

An der Schwelle zu CIM: Strategien, Verbreitung, Auswirkungen

Schultz-Wild, Rainer; Nuber, Christoph; Rehberg, Frank; Schmierl, Klaus

Veröffentlichungsversion / Published Version

Monographie / research report

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

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Schultz-Wild, R., Nuber, C., Rehberg, F., & Schmierl, K. (1989). *An der Schwelle zu CIM: Strategien, Verbreitung, Auswirkungen*. Eschborn: RKW Verl.. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-100555>

Nutzungsbedingungen:

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

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

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

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

**Dr. Rainer Schultz-Wild
Dipl.-Volksw. Christoph Nuber
Dipl.-Soz. Frank Rehberg
Klaus Schmierl**

unter Mitarbeit von:
Dr. Marhild von Behr
Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen
Dr. Christoph Köhler

An der Schwelle zu CIM

**Strategien, Verbreitung,
Auswirkungen**

**RKW-Verlag
Verlag TÜV Rheinland**

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**An der Schwelle zu CIM: Verbreitung, Strategien
und Auswirkungen / Rainer Schultz-Wild ...**

Unter Mitarb. von: Marhild von Behr ...

- Eschborn: RKW-Verl. ; Köln: Verl. TÜV Rheinland,
1989

ISBN 3-926984-08-2 (RKW) Gb.

ISBN 3-88585-644-1(TÜV) Gb.

NE: Schultz-Wild, Rainer [Mitverf.]

ISBN 3-926984-08-2 RKW-Verlag

ISBN 3-88585-644-1 Verlag TÜV Rheinland

© by Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln 1989

Gesamtherstellung: Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln

Printed in Germany 1989

Inhalt

	Geleitwort	7
	Vorbemerkung	9
1	Einführung	11
1.1	Ziele und Fragen der Studie	11
1.2	Das Untersuchungsfeld: Industriebetriebe des Investitionsgüter produzierenden Gewerbes	12
1.3	Zum Aufbau des Berichts	17
2	Die Verbreitung von Computertechniken in der Investitionsgüterindustrie	19
2.1	Computereinsatz in fast allen Betrieben	19
2.2	Breitester EDV-Einsatz in Büro und Verwaltung	26
2.3	Deutliche Zunahme des EDV-Einsatzes bei den „produktionsnahen Diensten“	27
2.4	Große Unterschiede der Computernutzung in der unmittelbaren Produktion	28
2.5	Geringe Verbreitung von EDV-Systemen in Transport und Montage	29
2.6	Einsatzkombinationen computergestützter Techniken	29
3	Bestimmungsfaktoren für die Verbreitung von Computersystemen	35
3.1	Branche und Betriebsgröße	35
3.2	Zum Zusammenhang zwischen Betriebsgröße, Branche und Produktionsstrukturen	50
3.3	Produkt- und Produktionsstrukturen	54
3.4	Zusammenfassung	65
4	Stand der computertechnischen Vernetzung im Überblick	67
4.1	Vernetzungsziele und Vernetzungslinien	67
4.2	Informationstechnische Vernetzung erst am Anfang	68
4.3	Bei überbetrieblichen Vernetzungen Dominanz von unternehmensinternen Verknüpfungen	71
4.4	Hauptlinien innerbetrieblicher Vernetzung	75
5	CAD/CAM als „vertikale“ Integration technischer Betriebsfunktionen	85
5.1	Integrationskonzepte und technische Komponenten	85
5.2	Derzeit relevante Pfade der CAD/CAM-Vernetzung	94
5.3	Perspektiven der CAD/CAM-Vernetzung	104
6	Produktionsplanung und -steuerung als „horizontale“ Integration administrativ-betriebswirtschaftlicher Betriebsfunktionen	111

6.1	Stand der Technik und marktgängige PPS-Systeme	111
6.2	Funktionsbreite der Produktionsplanung und -steuerung	115
6.3	Einsatz von PPS-Systemen in der betrieblichen Praxis	119
7	Perspektiven der CIM-Entwicklung	131
7.1	Ansatzpunkte der informationstechnischen Integration administrativ-betriebswirtschaftlicher und produktionstechnischer Funktionen	131
7.2	Entwicklungsstand und Verbreitung in der Praxis	134
7.3	Schwierigkeiten und Probleme weitgehender Vernetzung in CIM-Perspektive	138
7.4	Zur weiteren Planung von Vernetzungen in CIM-Perspektive	146
7.5	Zusammenfassend: CIM-Strategien im Überblick	148
8	Betriebs- und personalwirtschaftliche Zielsetzungen sowie Wirkungen des Computereinsatzes	157
8.1	Betriebs- und personalwirtschaftliche Zielsetzungen aus der Sicht des Managements	157
8.2	Veränderungen in betrieblichen Strukturen und Abläufen	162
8.3	Akzeptanz bei den Mitarbeitern	166
9	Arbeitsorganisatorische Veränderungen bei computergestützter Vernetzung	169
9.1	Arbeitsorganisatorische Veränderungen beim Einsatz von PPS-Systemen	171
9.2	Arbeitsorganisatorische Veränderungen beim Einsatz von CAD/CAM-Systemen	187
9.3	Stoßrichtungen des Rationalisierungsprozesses	194
9.4	Rahmenbedingungen und Implementationsprozesse	199
10	Personalwirtschaftliche Konsequenzen	205
10.1	Besetzungs- und Freisetzungsprobleme	207
10.2	Qualifizierungsmaßnahmen	211
10.3	Reaktive oder präventive Personalpolitik?	229
11	Zusammenfassung	233
11.1	CIM-Komponenten weniger verbreitet als erwartet	233
11.2	Vernetzungsziele und Vernetzungslinien	237
11.3	Hauptlinien innerbetrieblicher Vernetzung	239
11.4	Perspektiven der CIM-Entwicklung	241
11.5	Vernetzungskonzepte und CIM-Strategien	243
11.6	Zielsetzungen und Wirkungen des Computereinsatzes	245
11.7	Hohe Stabilität vorherrschender Organisationsprinzipien	247
11.8	Personalwirtschaftliche Probleme und Politiken	250
	Literaturverzeichnis	255
	Bildverzeichnis	263
	Tabellenverzeichnis	267

Geleitwort

Zweifelsohne sind „Information“, „Telekommunikation“, „Systemvernetzung“ und „Systemintegration“ die Stichworte, die das Wirtschaftsgeschehen heute bewegen und morgen prägen werden. Der Weg zur Ausschöpfung der Vorteile, die diese Technologien bieten – allgemein bekannt als „rechnerintegrierte Fertigung“ oder zu Englisch „Computer Integrated Manufacturing“ (CIM) – ist ein technisch-organisatorisches Konzept, das hohe Investitionen, weitgehende organisatorische Umstellungen und lange Einführungszeiten erfordert.

Die hierdurch verbreiteten Berührungsängste in mittelständischen Unternehmen gaben dem RKW den Anlaß, den gegenwärtigen und zukünftigen Verbreitungsstand, die technischen, betriebswirtschaftlichen und arbeitsorganisatorischen Aspekte des CIM-Einsatzes von zwei namhaften Instituten, dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. (ISF), München und dem Forschungsinstitut für Rationalisierung e.V. (FIR), Aachen arbeitsteilig untersuchen zu lassen.¹⁾ Die von ihnen vorgelegten Forschungsergebnisse gehören zu den bisher umfangreichsten empirischen Untersuchungen zum Thema „CIM“. Der vorliegende Band enthält die Ergebnisse des Untersuchungsteils des ISF München. Die Basis der hier getroffenen Aussagen über Verbreitung, Strategien und Auswirkungen bildet in erster Linie eine in den Jahren 1986/87 durchgeführte repräsentative Betriebserhebung in der Investitionsgüterindustrie.

Die Ergebnisse des Untersuchungsteils des FIR in Aachen sind parallel unter dem Titel „CIM zwischen Anspruch und Wirklichkeit – Erfahrungen, Trends und Perspektiven“ veröffentlicht und stellen die CIM-Erfahrungen von neun Unternehmen dar.

In ihrer Gesamtheit vermitteln die Projektergebnisse ein breites Bild über den Stand und Probleme der Rechnerintegration. Für die Ausgewogenheit der Forschungsarbeit bürgt die begleitende Beratung und Begutachtung durch einen Projektbeirat, dem Vertreter der Sozialpartner, der Industrie und zweier Bundesministerien angehörten.²⁾

Den Unternehmen und den Experten, die sich für diese Untersuchung zur Verfügung gestellt haben, den beiden Forschungsteams für ihr wissenschaftliches Engagement, den Mitgliedern des RKW-Beirats „Arbeits- und Sozialwirtschaft“ für die einleitenden Beratungen, den Mitgliedern des Projektbeirats für ihre qualifizierte Betreuung und dem Bundesminister für Wirtschaft für die Bereitstellung der Projektmittel gebührt der verbindliche Dank des RKW.

Eschborn,
im April 1989

Rationalisierungs-Kuratorium der
Deutschen Wirtschaft (RKW) e.V.

1) RKW-Projekt A 161 „Stand und arbeitsorganisatorische Probleme des Einsatzes technisch-integrierter mikroelektronischer Systeme in Produktion und Verwaltung“.

2) Mitglieder des Projektbeirats: Steueramtsrat Bernhard Bergmann, Zentralfinanzamt Nürnberg; Regierungskundendirektor Hans-Jürgen Bieneck, Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung; Dipl.- Psych. Ralph Küntschner, Siemens AG, München; Oberregierungsrat Wolf-Dieter Plessing, Bundesministerium für Wirtschaft; Siegfried Roth, IG Metall, Frankfurt/M; Dr. Reinhold Weil, Institut für angewandte Arbeitswissen-

Vorbemerkung

Nicht nur in Fachkreisen gibt es inzwischen eine breit angelegte Diskussion über den Einsatz von Mikroelektronik und künftige Fabrikstrukturen. Vielfach wird von einer wachsenden Tendenz zu informationstechnischer Vernetzung verschiedener Teilbereiche von Fertigung und Verwaltung der Unternehmen ausgegangen. Über den tatsächlichen technisch-sozialen Wandel liegen jedoch nur unzureichend systematische Informationen vor.

Vor diesem Hintergrund beauftragte das Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) e.V. im Mai 1986 das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. (ISF München) und das Forschungsinstitut für Rationalisierung an der RWTH Aachen (FIR) mit einer Studie zum Thema: „Stand und arbeitsorganisatorische Probleme des Einsatzes mikroelektronischer Systeme in Produktion und Verwaltung der Unternehmen“. Die Arbeiten wurden von den beiden Instituten in zwei thematisch miteinander abgestimmten, vor allem methodisch unterschiedlich ausgerichteten Projekten durchgeführt. Das Forschungsvorhaben wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft finanziert und im Herbst 1988 abgeschlossen.

Insgesamt galt es, eine möglichst breite Bestandsaufnahme des Einsatzes computergestützter Systeme in Betrieben und Unternehmen der Bundesrepublik Deutschland zu erbringen, wobei insbesondere Stand und Entwicklung informationstechnischer Vernetzung im produzierenden Gewerbe von Interesse waren.

In Arbeitsteilung mit dem FIR Aachen konzentrierte sich das ISF München darauf, einen möglichst breiten Überblick über Vernetzungskonzepte und darauf bezogene betriebliche Einführungsprozesse und -probleme zu gewinnen. Als erster Teil dieser empirischen Bestandsaufnahme wurde im Herbst und Winter 1986/87 eine auf Repräsentativität angelegte postalische Betriebserhebung mit standardisiertem Fragebogen bei mehreren Tausend Industriebetrieben durchgeführt. Als zweiter Rechen-schritt folgten 1987/88 Experteninterviews in rund sechzig ausgewählten Betrieben, um genauere Aussagen über technische und arbeitsorganisatorische Integrationskonzepte, betriebliche Erfahrungen mit dem Technikeinsatz, Auswirkungen auf die Beschäftigten etc. machen zu können.

Vor allem um dem berechtigten Informationsbedürfnis aus den knapp 1300 Betrieben entgegenzukommen, die den Fragebogen beantwortet hatten, legte das ISF München im Mai 1987 stark komprimierte Ergebnisse einer ersten Auswertung der Betriebserhebung 1986/87 vor. Dieser Bericht wurde an alle beteiligten Betriebe versandt sowie im Februar 1988 in einer leicht gekürzten Fassung im Rahmen der RKW-Reihe „Themen &

Thesen“ unter dem Titel „Computer-Einsatz und -Vernetzung in der Investitionsgüterindustrie“ publiziert und damit einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Auch darüber hinaus haben diese ersten Ergebnisse ein breites Echo gefunden.

Mit dem vorliegenden Abschlußbericht werden umfassendere Analysen des insgesamt sehr vielfältigen Materials der quantitativen Erhebung sowie der ergänzenden einzelbetrieblichen Recherchen ausgebreitet und kommentiert. Es ist zu hoffen, daß sich damit das Bild vom sehr komplexen und dynamischen, ganz offensichtlich noch lange nicht abgeschlossenen, Annäherungsprozeß an die computerintegrierte Fabrik der Zukunft etwas präzisieren läßt.

Das ISF München möchte an dieser Stelle allen an der Erhebung beteiligten Unternehmen nochmals für ihre Auskunftsbereitschaft herzlich danken. Die Projektbearbeiter sind sich durchaus bewußt, daß angesichts der vielfältigen Belastungen des betrieblichen Managements – gerade wenn es um die Auseinandersetzung mit neuen Techniken geht – das Ausfüllen eines zwar knapp gehaltenen, aber dennoch komplexen Fragebogens sowie die Auskunftsbereitschaft bei den einzelbetrieblichen Recherchen keineswegs eine Selbstverständlichkeit sind.

München, im April 1989

Institut für Sozialwissen-
schaftliche Forschung e.V.

1 Einführung

1.1 Ziele und Fragen der Studie

Der CIM-Zug scheint endgültig abgefahren! Verfolgt man die seit einiger Zeit nicht mehr nur in den Ingenieurwissenschaften geführte Debatte über die „Fabrik der Zukunft“, so drängen sich Bilder menschenleerer Werkstätten und Montagehallen auf, in denen sich fahrerlose Transportsysteme und Industrieroboter zwischen vollautomatischen Maschinen bewegen. Solche Visionen nähren Spekulationen über Verbreitung und Reichweite der modernen computergestützten Techniken, deren Realitätsgehalt allerdings nur selten zu überprüfen ist.

In der Sichtweise der Ingenieurwissenschaft wachsen Materialtechnik und Informationstechnik zu einer neuen Produktionstechnik zusammen, „... zu einer produktionstechnisch orientierten Informationsmaschine bzw. zu einer informationstechnisch verknüpften Produktionsmaschine ...“ (Spur 1986, S.7). Zweifellos schimmert in solchen Visionen immer noch das ingenieurwissenschaftliche Ideal der automatischen Fabrik durch. Demgegenüber spricht vieles dafür, daß auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft Produktions- und Verwaltungsarbeit noch lange Zeit eine zwar quantitativ abnehmende, aber qualitativ immer wichtigere Rolle spielen werden. Der Prozeß der betrieblichen Leistungserstellung gestaltet sich insbesondere bei zunehmenden Flexibilitätsanforderungen so komplex, daß eine umfassende informations- und maschinentechnische Automatisierung auf absehbare Zeit eher unwahrscheinlich ist.

Bisher ist wenig darüber bekannt, inwieweit der Prozeß zunehmender computergestützter Integration auf einige wenige – meist größere – Pionierbetriebe begrenzt ist oder bereits größere Teile der Industrie erfaßt hat. Ähnliches gilt für die Frage, in welchem Umfang, in welcher Breite, nach welchen technisch-organisatorischen Konzepten sich Betriebe die neuen Produktions- und Steuerungstechniken bereits zunutzemachen. Einen Beitrag zur Klärung solcher Fragen auf relativ breiter empirischer Basis zu leisten, ist das Hauptziel der vorliegenden Studie.

Darüber hinaus war zu fragen, in welcher Richtung Arbeitsorganisation und Personaleinsatz unter dem Einfluß der neuen Techniken fortentwickelt werden. Bei zunehmender Automatisierung der Produktions- und Steuerungstechniken geraten menschliche Arbeitsleistungen zunehmend in sachliche und zeitliche Distanz zur unmittelbaren Produktion, wodurch sich neue Spielräume für Betriebs- und Arbeitsorganisation eröffnen. Ähnliches gilt auch für stärker auf Planung, Steuerung und Verwaltung gerichtete Funktionen. Während in der Vergangenheit ein relativ starrer Zusammenhang zwischen Datengenerierung, -umwandlung und -weitergabe

bestand, ergeben sich durch den abteilungs- und funktionsübergreifenden integrierten Rechnereinsatz vielfältige Möglichkeiten, nicht nur die Informationsbestände, sondern auch die entsprechenden Funktionen und Aufgaben betriebs- und arbeitsorganisatorisch neu zu kombinieren. Inwieweit in Betrieben solche neuen Spielräume wahrgenommen und in welcher Weise, in welcher Zielrichtung sie genutzt werden, war eine weitere wichtige Untersuchungsfrage.

Schließlich sind auch Probleme der personalwirtschaftlichen Bewältigung der in CIM-Perspektive eingeleiteten Innovations- und Rationalisierungsprozesse thematischer Bestandteil der Studie. Dabei geht es sowohl um Fragen der Rekrutierung (betriebsintern, extern vom Arbeitsmarkt) und der Qualifizierung (Ausbildung, Weiterbildung) für die neuen Techniken als auch um deren personelle Folgewirkungen (z.B. Arbeitskräfteeinsparung, Umsetzungen, Personalabbau).

1.2 Das Untersuchungsfeld: Industriebetriebe des Investitionsgüter produzierenden Gewerbes

Zweifellos ist der Einsatz von Mikroelektronik heute keineswegs mehr auf einzelne Wirtschaftszweige oder Industriebranchen begrenzt. Im Handel, bei Banken und Versicherungen, ja selbst in der Landwirtschaft werden zunehmend Computersysteme zur Durchführung, Steuerung und Kontrolle von Arbeitsprozessen genutzt. Wenn es jedoch unter Kürzeln wie CIM (Computer Integrated Manufacturing), CAD/CAM (Computer Aided Design and Manufacturing) etc. um die seit einigen Jahren besonders diskutierten Fragen der **Vernetzung** von EDV-Systemen oder der **computer-gestützten Integration** verschiedener betrieblicher Funktionen geht, stehen dabei Entwicklungen in industriellen Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes – und hier wiederum in der metallverarbeitenden Industrie – besonders im Vordergrund des Interesses.

Die vom ISF München zu erarbeitende Bestandsaufnahme des Rechnereinsatzes in Produktion und Verwaltung sollte sich daher auf diese Wirtschaftsbereiche konzentrieren. Dies auch aus dem zusätzlichen – methodischen – Grund, nicht durch allzu inhomogene Bedingungen bei den zu erfassenden betrieblichen Situationen – wie sie bei einer flächendeckenden Stichprobe unweigerlich in Kauf zu nehmen wären – den Aussagewert der Studienergebnisse zu gefährden.

Im Herbst 1986 wurden rund 5.000 Betriebe durch eine Zufallsstichprobe ausgewählt und mit der Bitte angeschrieben, sich an der **schriftlichen Befragung** zu beteiligen. Bis Anfang März 1987 hatten etwa 1.300 Firmen (Rücklaufquote 26 %) geantwortet.

Im einzelnen setzt sich die Stichprobe wie folgt zusammen (Tabelle 1.01):

- 1.096 Betriebe (85,3 % der Stichprobe) gehören zur Investitionsgüterindustrie; damit wurden rund 6,2 % der insgesamt 17.705 Betriebe dieser Branchen (nach der amtlichen Statistik 1984) erfaßt.
- 189 auswertbare Fragebogen (14,7 %) sind Branchen außerhalb der Investitionsgüterindustrie zuzuordnen; dazu gehören etwa die Musikinstrumente-/Spielwarenindustrie, Holzverarbeitung, Kunststoffwarenherstellung, Chemische Industrie, Gießereien etc.

Tabelle 1.01: Erfasste Unternehmen nach Branchen und Betriebsgrößenklasse (Beschäftigtenzahl) sowie Ergebnisse der Gewichtung (Gesamtes Untersuchungsfeld – N = 1.285 – Angaben absolut)

SYPRO-Nr.	Branche	Betriebsgrößenklasse							Gesamt ungewichtet	(gewichtet)
		1-19	20-49	50-99	100-199	200-499	500-999	1000 u.m.		
32	Maschinenbau	48	142	124	107	94	31	26	572	(320)
36	Elektrotechnik	10	25	17	34	31	7	10	134	(201)
38	EBM-Waren	25	69	33	28	18	5	2	180	(144)
31	Stahlbau etc.	4	19	20	10	10	3	1	67	(91)
30	Pressen etc. Schmieden	5	10	14	7	5	3	2	46	} (340)
33	Straßenfahrzeugbau	1	10	8	8	7	1	5	40	
34	Schiffbau	2	1	1	0	1	0	2	7	
35	Luft- u. Raumfahrzeugbau	0	1	1	1	2	0	2	7	
37	Feinmechanik etc.	3	14	11	2	3	1	3	37	
50	Büromasch. etc.	0	1	0	0	3	0	2	6	
Investitionsgüterindustrie	ungewichtet	98	292	229	197	174	51	55	1.096	--
Insgesamt	(gewichtet)	(65)	(437)	(247)	(155)	(115)	(42)	(35)	--	(1.096)
Sonstige Branchen		38	45	29	30	28	10	9	189	--
Gesamt		136	337	258	227	202	61	64	1.285	--

Wegen der breiten Streuung und der insgesamt recht unterschiedlichen Verhältnisse können die zuletzt genannten Fälle nicht als repräsentativ für einzelne Branchen oder gar die Gesamtheit der Grundstoff-, Produktionsgüter- oder Verbrauchsgüterindustrien angesehen werden. In der vorliegenden Auswertung werden Ergebnisse für dieses in sich inhomogene Feld daher nur gelegentlich und zusammenfassend als „sonstige Branchen“ (sBr) dargestellt.

Sehr viel besser repräsentiert sind hingegen Industriebetriebe des Investitionsgüter produzierenden Gewerbes. Besonders der Maschinenbau (MB) und die Hersteller von Eisen-, Blech- und Metallwaren (EBM), aber auch die Elektrotechnik (ET) sowie der Stahl-, Leichtmetall- und Schienenfahrzeugbau (StL) sind mit ausreichenden Fallzahlen vertreten, so daß Werte für diese Einzelbranchen ausgewiesen werden können.

Dies gilt dagegen nur eingeschränkt für die sonstigen Zweige der Investitionsgüterindustrie (Straßenfahrzeugbau ohne KFZ-Reparatur, Luft- und Raumfahrzeugbau, Feinmechanik usw.); Angaben aus diesen Betrieben sind immer in den Gesamtwerten für die Investitionsgüterindustrie enthalten, zumeist als „sonstige Branchen der Investitionsgüterindustrie“ (sIG) zusammengefaßt und werden nur bei wenigen Auswertungen auf Branchenebene (ungewichtet) ausgewiesen.

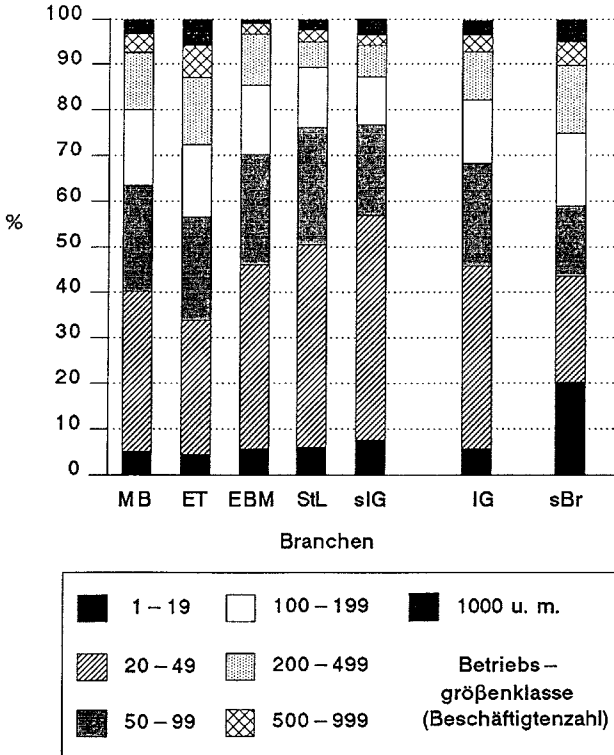


Bild 1.01: Betriebsgrößenstruktur (nach Beschäftigtenzahl) ausgewählter Branchen
 (Gesamtes Untersuchungsfeld – N = 1.285 – Investitionsgüterindustrie (N = 1.096) gewichtet)

Insgesamt erlauben die Erhebungsergebnisse für die Situation in der Investitionsgüterindustrie ein recht zuverlässiges Bild zu zeichnen. Um gewisse Verzerrungen in der Stichprobe (wie etwa die – teils beabsichtigte – Überrepräsentation des für die Thematik besonders interessanten Maschinenbaus oder die zu geringe Erfassung von Betrieben mit 20-49 Beschäftigten) auszugleichen, wurden die Daten für die Investitionsgüterindustrie entsprechend den Angaben der öffentlichen Statistik im Produzierenden Gewerbe 1984 nach Branchen und Betriebsgrößenklassen gewichtet (**Tabelle 1.01**). Dadurch läßt sich am besten gewährleisten, die Gesamtsituation des Rechnereinsatzes in Verwaltung und Produktion in wichtigen Teilen der Industrie der Bundesrepublik Deutschland zutreffend darzustellen. **Bild 1.01** charakterisiert die in den Auswertungen des Erhebungsmaterials ausgewiesenen Industriebranchen nach ihrer Betriebsgrößenstruktur.

Die Auswahl der Betriebe für die 1987/88 durchzuführenden **näheren Recherchen** und Experteninterviews konnte sich bei einer geplanten Fallzahl von etwa 60 selbstverständlich nicht mehr an Kriterien statistischer Repräsentativität ausrichten. Entsprechend der Orientierung der Studie auf die rechnerintegrierte Produktion wurden hier in erster Linie Betriebe mit einem relativ weit vorangetriebenen Technikeinsatz berücksichtigt. Im Rahmen halbstandardisierter Leitfadeninterviews ging es dabei vor allem um vier Fragenkomplexe:

- um Ausrichtung und Ziele, aufgetretene Probleme und bereits erreichte Erfolge des angestrebten CIM-Konzepts auf dem Hintergrund der jeweiligen spezifischen betrieblichen Bedingungen;
- um die technische Auslegung, das Einsatzkonzept und konkretere Umsetzungserfahrungen hinsichtlich einer bestimmten (ausgewählten¹) CIM-Komponente;
- um den Planungsprozeß, Fragen der Arbeitsorganisation und personalwirtschaftlichen Anpassung sowie besondere Probleme der Technikeinführung – exemplarisch am Beispiel einer bestimmten CIM-Komponente;
- schließlich um eher generelle Orientierungen, Konzepte und Verfahrensweisen in der betrieblichen Personal- und Qualifizierungspolitik.

Mit diesem Erhebungsschritt sollten die Ergebnisse der postalischen Befragung hinsichtlich des Technikeinsatzes konkretisiert und vor allem um die in einer Breiterhebung nur schwer erfaßbaren Dimensionen der arbeitsorganisatorischen und personalwirtschaftlichen Konzepte und Vorge-

1) Der verwendete Frageleitfaden wies neben einem an alle Betriebe gerichteten Teil spezifizierte und konkretere Fragen zu einzelnen CIM-Komponenten auf. In der Regel wurde vor oder zu Beginn eines Gesprächs mit den betrieblichen Experten vereinbart, welche dieser Einzelthematiken jeweils besonders (und exemplarisch für die betrieblichen CIM-Politiken und CIM-Erfahrungen) behandelt werden sollten.

hensweisen ergänzt werden. Bei der Auswahl der Betriebe wurde versucht, möglichst typische Situationen und unterschiedliche strukturelle Rahmenbedingungen zu erfassen.

Die Gespräche waren von unterschiedlicher Dauer und Intensität, wurden teils mit einem, teils mit mehreren Vertretern des betrieblichen Managements während eines Tages oder Halbtages geführt und waren in der Regel von einem kurzen Betriebsrundgang begleitet. Insgesamt konnten Informationen und Erfahrungen aus 58 Betrieben unterschiedlicher Größe und Branchen (Bild 1.02) – in Ergänzung des im Mittelpunkt der Studie stehenden quantitativen Datenmaterials der Breitenerhebung – zur Detaillierung und Konkretisierung der folgenden Aussagen und Analysen

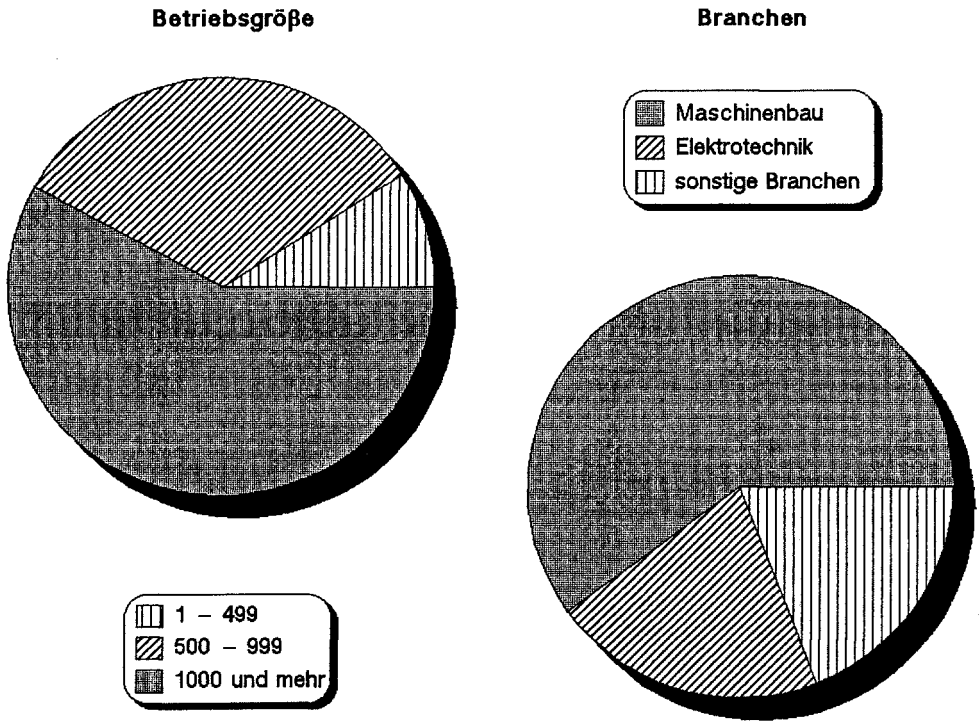


Bild 1.02: Branchen- und Betriebsgrößenstruktur der durch nähere Recherchen erfassten Betriebe

genutzt werden. Entsprechend der Dynamik des Ausbreitungsprozesses rechnergestützter Integration überwiegen hier großbetriebliche Erfahrungen. Jedoch sind auch kleinere Betriebe einbezogen – so etwa ein Maschinenbaubetrieb mit weniger als 100 Beschäftigten –, um auch Situationen zu erfassen, bei denen die Einführung von CIM-Komponenten eher Konzept und Planung als bereits Realität ist.

1.3 Zum Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht gliedert sich in elf Kapitel, die die Studienergebnisse in unterschiedlicher Perspektive und mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen bei der empirischen Materialbasis darstellen.

- Kapitel 2 bis 4 geben einen Überblick über die Ergebnisse der Betriebserhebung 1986/87 zum Einsatz computergestützter Technikkomponenten sowie zur Einführung und Planung computertechnischer Vernetzung in der Investitionsgüterindustrie. Diese Kapitel nehmen Teile des zusammenfassenden Berichts von 1987 für die an der Erhebung beteiligten Betriebe auf und ergänzen sie durch Ergebnisse zwischenzeitlich durchgeführter weiterer Analysen.
- Die Kapitel 5 bis 7 gehen dann detaillierter auf technisch-organisatorische Integrationskonzepte und betriebliche Erfahrungen mit CIM-Komponenten und -Strukturen ein. Dabei werden zuerst die bisherigen Hauptlinien der „vertikalen“, produktionstechnischen (Kapitel 5) und der „horizontalen“, betriebswirtschaftlich-administrativen Integration (Kapitel 6) auf der Basis quantitativer wie qualitativer empirischer Ergebnisse verfolgt. Daran anschließend setzt sich Kapitel 7 mit Perspektiven und Erfahrungen weiterführender Vernetzungsschritte in CIM-Perspektive auseinander.
- Die Kapitel 8 bis 10 rücken schließlich die Zielrichtungen, Voraussetzungen und Konsequenzen betrieblicher Innovations- und Rationalisierungspolitiken ins Blickfeld. Dabei wird zunächst – wiederum hauptsächlich auf quantitativem Datenmaterial basierend – ein Überblick über die wichtigsten Zielsetzungen und die in den Betrieben wahrgenommenen Auswirkungen des Einsatzes rechnergestützter Techniken gegeben (Kapitel 8). Die anschließenden Kapitel 9 und 10 gehen dann – stärker auf die einzelbetrieblichen Recherchen gestützt – ausführlicher auf Fragen zur Entwicklung der Arbeitsorganisation und zur personalwirtschaftlichen Bewältigung der auf CIM orientierten Innovationsprozesse ein.

Abschließend werden in Kapitel 11 die wichtigsten Ergebnisse der Studie knapp resümiert.

2 Die Verbreitung von Computertechniken in der Investitionsgüterindustrie

2.1 Computereinsatz in fast allen Betrieben

Die Ergebnisse der Erhebung lassen keinen Zweifel daran: Mitte der 80er Jahre haben Computertechniken in irgendeiner Form in der großen Mehrzahl aller Betriebe der erfaßten Branchen Einzug gehalten. In mehr als 90 % der Betriebe läuft mindestens eine der hier erfaßten 21 Funktionen computergestützt (vgl. hierzu und zum folgenden **Bild 2.01** bzw. **Tabellen 2.01 bis 2.04**); in sehr vielen Betrieben gibt es EDV-Einsatz in mehreren Funktionsbereichen und Einzelfunktionen (durchschnittlich in knapp sechs Funktionen pro Betrieb der Investitionsgüterindustrie).

Dementsprechend ist es Ende 1986/Anfang 1987 nur noch eine Minderheit von weniger als einem Zehntel der Betriebe im Untersuchungsfeld, die völlig auf den Einsatz computergestützter Techniken verzichten.

Es handelt sich dabei fast ausschließlich um Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten; bei den Kleinbetrieben mit weniger als 20 Beschäftigten beträgt der Anteil der Nichtanwender von Computersystemen in etwa ein Drittel, bei Betrieben mit 20 bis unter 50 Beschäftigten liegt er nur noch bei einem Siebtel. Besonders wenig Nichtanwender von Computersystemen gibt es in der Elektrotechnik (knapp 3 %), relativ viele dagegen im Stahl- und Leichtmetallbau (ca. 22 %), was sicherlich auch mit der unterschiedlichen Betriebsgrößenstruktur dieser Branchen zusammenhängt.

Die Zahl der Nichtanwender von EDV-Techniken wird sich in den kommenden Jahren weiter reduzieren; geht man von den geäußerten Planungsabsichten aus, werden Anfang der 90er Jahre nur noch rund 7 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie weder in der Fertigung noch in der Verwaltung Mikroelektronik einsetzen.

Was sind nun zur Zeit und in absehbarer Zukunft die Haupteinsatzgebiete von EDV-Techniken?

Zu dieser Frage zeigen die Erhebungsergebnisse ebenso deutlich, daß von einer **generellen breiten Nutzung von Computersystemen** in verschiedensten betrieblichen Funktionen bisher und in naher Zukunft nicht ausgegangen werden kann. Diese Feststellung hat erhebliche Bedeutung für die Diskussion um computergestützte Vernetzung und künftige Fabrikstrukturen. Offensichtlich ist bisher in sehr vielen Betrieben der Einsatz von Computersystemen auf einzelne Funktionen bzw. Abteilungen begrenzt, während andere Bereiche in dieser Hinsicht noch weiße Felder darstellen.

Auf der anderen Seite liegt klar auf der Hand, daß es inzwischen auf dem Technikmarkt ein außerordentlich breites, vielfältiges und oft selbst für Fachleute in bestimmten Spezialgebieten kaum mehr überschaubares Angebot an computergestützten Problemlösungen gibt, die für eine Anwendung in Produktion oder Verwaltung von Industriebetrieben in Frage kommen und zumindest auch von einzelnen Betrieben genutzt werden.

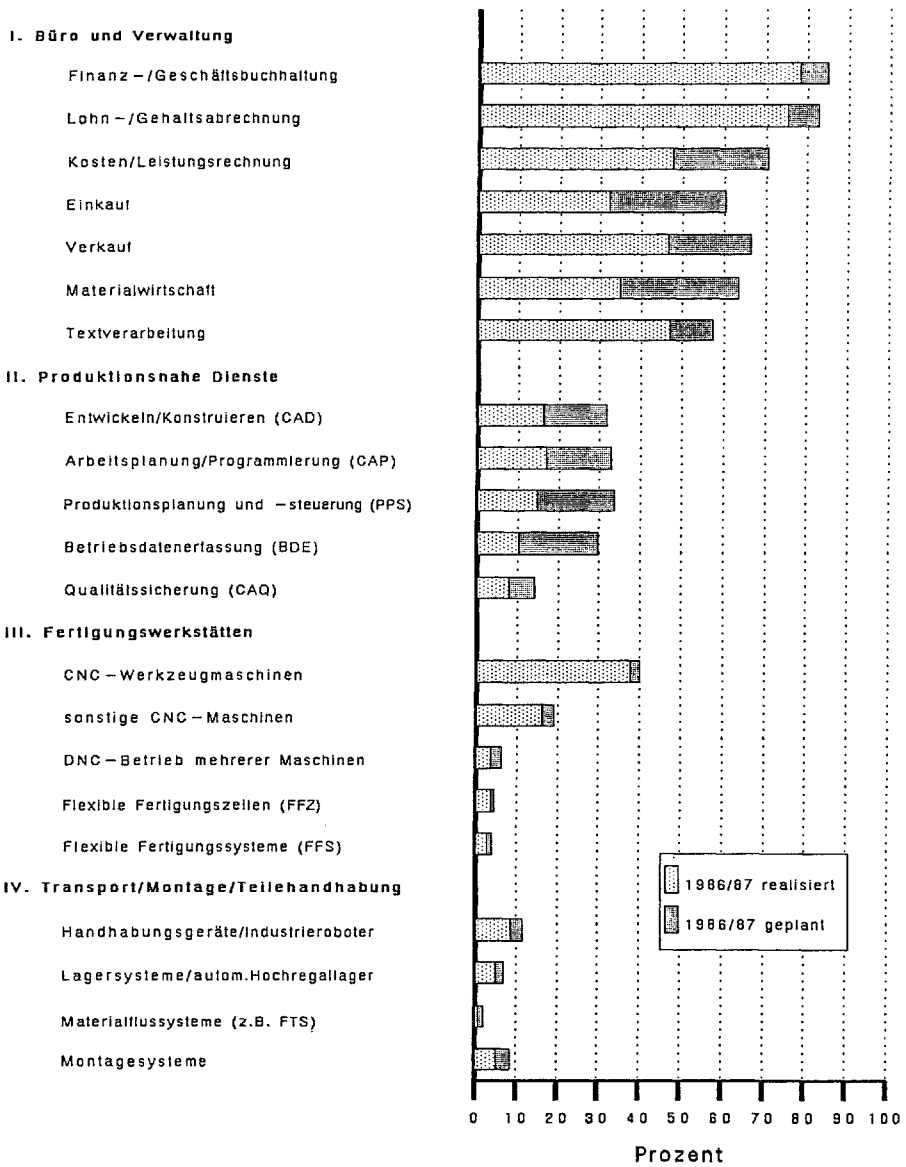


Bild 2.01: 1986/87 realisierter bzw. geplanter Einsatz computergestützter Techniken (Investitionsgüterindustrie, N = 1.096)

Tabelle 2.01: 1986/87 realisierter Einsatz computergestützter Techniken nach Branchen

(Gesamtes Untersuchungsfeld, N = 1.285 – Investitionsgüterindustrie gewichtet – Angaben in %)

	Maschinenbau	Elektrotechnik	EBM-Waren	Stahlbau etc.	sonst. Inv.-güterind.	Inv.güterind. insg.	sonst. Branchen
Basis gewichtet	320	201	144	91	340	1.096	
(Basis ungewichtet)	(572)	(134)	(180)	(67)	(143)	(1.096)	(189)
I. Büro und Verwaltung							
- Finanz-/Geschäftsbuchhaltung	77,7	88,6	74,4	65,6	77,2	78,1	75,1
- Lohn-/Gehaltsabrechnung	79,3	85,5	72,6	64,7	69,4	75,3	69,3
- Kosten-/Leistungsrechnung	45,1	64,4	43,5	50,2	41,4	47,7	52,4
- Einkauf	31,4	54,1	30,1	19,2	24,0	32,1	30,7
- Verkauf	42,7	59,4	59,6	29,5	41,6	46,6	52,9
- Materialwirtschaft	36,0	52,1	30,0	26,7	27,5	34,8	28,6
- Textverarbeitung	48,3	60,2	49,8	35,2	40,2	47,1	38,6
II. Produktionsnahe Dienste							
- Entwickeln/Konstruieren (CAD)	18,3	35,9	4,4	13,3	8,6	16,3	10,6
- Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)	20,6	28,3	13,0	13,9	9,3	17,0	13,8
- Prod.planung und -steuerung (PPS)	18,0	24,6	11,1	7,6	9,4	14,8	12,7
- Betriebsdatenerfassung (BDE)	9,5	20,7	7,1	9,9	6,8	10,4	11,6
- Qualitätssicherung (CAQ)	3,7	21,1	2,9	2,2	7,2	7,8	6,3
III. Fertigungswerkstätten							
- CNC-Werkzeugmaschinen	57,6	33,0	28,9	20,7	30,3	37,8	14,3
- sonstige CNC-Maschinen	15,1	18,5	15,3	23,7	13,8	16,1	7,9
- DNC-Betrieb mehrerer Maschinen	5,1	5,1	2,2	0,0	2,1	3,4	1,6
- Flexible Fertigungszellen (FFZ)	2,7	8,4	4,4	2,8	1,8	3,7	1,1
- Flexible Fertigungssysteme (FFS)	2,3	7,6	1,5	2,2	1,1	2,8	0,5
IV. Transport/Montage/Teilehandhabung							
- Handhabungsgeräte/Industrieroboter	7,9	14,3	10,5	5,4	6,0	8,6	11,6
- Lagersysteme/autom. Hochregallager	4,0	11,8	2,3	2,2	3,2	4,8	4,2
- Materialflußsysteme (z.B. FTS)	0,9	1,0	0,0	0,6	0,8	0,7	2,1
- Montagesysteme	2,5	12,7	7,5	3,7	2,4	5,1	4,2

Tabelle 2.02* : 1986/87 realisierter Einsatz computergestützter Techniken in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie
(N = 143 – ungewichtet – Angaben in %)

	Schmieden, Pressen etc.	Straßenfahrzeug-	Schiffbau	Luft- u. Raumfahrzeugbau	Feinmechanik etc.	Büromaschinen etc.
Basis ungewichtet	46	40	7	7	37	6
I. Büro und Verwaltung						
- Finanz-/Geschäftsbuchhaltung	87,2	82,5	71,4	85,7	73,0	100,0
- Lohn-/Gehaltsabrechnung	83,0	80,0	71,4	85,7	64,9	83,3
- Kosten-/Leistungsrechnung	53,2	47,5	57,1	42,9	45,9	83,3
- Einkauf	29,8	40,0	14,3	42,9	27,0	66,7
- Verkauf	55,3	55,0	0,0	28,6	45,9	66,7
- Materialwirtschaft	36,2	40,0	28,6	57,1	21,6	33,3
- Textverarbeitung	40,0	42,5	42,9	71,4	45,9	100,0
II. Produktionsnahe Dienste						
- Entwickeln/Konstruieren (CAD)	6,4	12,5	28,6	28,6	8,1	33,3
- Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)	10,6	17,5	0,0	42,9	13,5	16,7
- Prod.planung und -steuerung (PPS)	12,8	20,0	0,0	28,6	13,5	0,0
- Betriebsdatenerfassung (BDE)	12,8	10,0	0,0	28,6	5,4	0,0
- Qualitätssicherung (CAQ)	4,3	15,0	0,0	28,6	8,1	33,3
III. Fertigungswerkstätten						
- CNC-Werkzeugmaschinen	36,2	32,5	14,3	57,1	45,9	16,7
- sonstige CNC-Maschinen	14,9	17,5	28,6	14,3	18,9	33,3
- DNC-Betrieb mehrerer Maschinen	4,3	5,0	0,0	14,3	5,4	0,0
- Flexible Fertigungszellen (FFZ)	2,1	2,5	0,0	0,0	2,7	0,0
- Flexible Fertigungssysteme (FFS)	0,0	5,0	14,3	14,3	0,0	0,0
IV. Transport/Montage/Teilehandhabung						
- Handhabungsgeräte/Industrieroboter	6,4	22,5	0,0	28,6	2,7	0,0
- Lagersysteme/autom. Hochregallager	2,1	7,5	0,0	28,6	2,7	50,0
- Materialfließsysteme (z.B. FTS)	0,0	2,5	0,0	28,6	0,0	0,0
- Montagesysteme	4,3	5,0	0,0	0,0	5,4	16,7

* Differenzierte Darstellung der in Tabelle 2.01 zusammengefaßt und gewichtet ausgewiesenen Werte.
Achtung: Keine statistische Repräsentativität!

Tabelle 2.03: 1986/87 geplanter Einsatz computergestützter Techniken nach Branchen
 (Gesamtes Untersuchungsfeld, N = 1.285 – Investitionsgüterindustrie gewichtet – Angaben in %)

	Maschinenbau 320 (572)	Elektrotechnik 201 (134)	EBM-Waren 144 (180)	Stahlbau etc. 91 (67)	sonst. Inv.-güterind. 340 (143)	Inv.güterind. Insg. 1.096 (1.096)	sonst. Branchen (189)
I. Büro und Verwaltung							
- Finanz-/Geschäftsbuchhaltung	7,4	6,1	6,7	7,0	6,2	6,7	3,7
- Lohn-/Gehaltsabrechnung	6,3	4,7	8,3	7,9	9,0	7,3	7,4
- Kosten-/Leistungsrechnung	26,0	21,5	21,2	15,3	23,5	22,9	18,0
- Einkauf	31,2	27,6	24,1	22,3	29,5	28,3	19,6
- Verkauf	22,2	20,3	11,9	24,6	19,6	19,9	11,6
- Materialwirtschaft	29,5	28,4	25,8	27,2	30,0	28,8	21,2
- Textverarbeitung	10,8	11,0	4,7	9,2	12,2	10,3	10,1
II. Produktionsnahe Dienste							
- Entwickeln/Konstruieren (CAD)	20,2	14,7	13,2	16,3	11,6	15,3	10,6
- Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)	21,8	14,3	12,7	14,8	12,7	15,8	7,4
- Prod.planung und -steuerung (PPS)	24,5	18,6	15,4	12,7	16,5	18,8	13,8
- Betriebsdatenerfassung (BDE)	23,8	27,4	18,1	11,0	13,5	19,4	14,8
- Qualitätssicherung (CAQ)	6,0	13,6	3,7	4,2	4,1	6,4	3,2
III. Fertigungswerkstätten							
- CNC-Werkzeugmaschinen	2,5	2,0	2,6	1,9	2,1	2,3	1,1
- sonstige CNC-Maschinen	4,7	1,4	2,1	0,0	3,4	3,0	1,1
- DNC-Betrieb mehrerer Maschinen	5,9	2,4	1,8	3,5	0,2	2,8	0,5
- Flexible Fertigungszellen (FFZ)	1,5	0,0	1,1	0,0	0,2	0,7	0,0
- Flexible Fertigungssysteme (FFS)	1,7	1,1	1,9	0,6	0,2	1,1	0,5
IV. Transport/Montage/Teilehandhabung							
- Handhabungsgeräte/Industrieroboter	1,7	4,5	4,7	0,0	4,6	3,3	3,7
- Lagersysteme/autom. Hochregallager	2,4	3,0	1,9	2,2	1,4	2,1	2,1
- Materialflusssysteme (z.B. FTS)	1,3	2,5	1,4	2,2	0,2	1,3	0,5
- Montagesysteme	0,9	5,5	2,4	0,2	5,2	3,4	0,0

Tabelle 2.04* : 1986/87 geplanter Einsatz computergestützter Techniken in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie
(N = 143 – ungewichtet – Angaben in %)

	Schmieden, Pressen etc.	Straßen- fahrzeug- bau	Schiff- bau	Luft- u. Raumfahr- zeugbau	Fein- mechanik etc.	Büro- maschi- nen etc.
Basis ungewichtet	46	40	7	7	37	6
I. Büro und Verwaltung						
- Finanz-/Geschäftsbuchhaltung	2,1	10,0	14,3	0,0	8,1	0,0
- Lohn-/Gehaltsabrechnung	4,3	10,0	0,0	0,0	13,5	0,0
- Kosten/Leistungsrechnung	19,1	25,0	14,3	28,6	27,0	16,7
- Einkauf	21,3	27,5	42,9	14,3	37,8	33,3
- Verkauf	21,3	17,5	14,3	0,0	21,6	16,7
- Materialwirtschaft	31,9	32,5	28,6	14,3	32,4	16,7
- Textverarbeitung	10,6	12,5	28,6	0,0	13,5	0,0
II. Produktionsnahe Dienste						
- Entwickeln/Konstruieren (CAD)	10,6	25,0	0,0	14,3	10,8	66,7
- Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)	14,9	22,5	0,0	0,0	10,8	50,0
- Prod.planung und -steuerung (PPS)	25,5	25,0	0,0	0,0	21,6	66,7
- Betriebsdatenerfassung (BDE)	12,8	35,0	0,0	14,3	16,2	33,3
- Qualitätssicherung (CAQ)	10,6	10,0	0,0	14,3	5,4	0,0
III. Fertigungswerkstätten						
- CNC-Werkzeugmaschinen	2,1	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- sonstige CNC-Maschinen	8,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
- DNC-Betrieb mehrerer Maschinen	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
- Flexible Fertigungszellen (FFZ)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
- Flexible Fertigungssysteme (FFS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
IV. Transport/Montage/Teilehandhabung						
- Handhabungsgeräte/Industrieroboter	8,5	2,5	0,0	0,0	2,7	0,0
- Lagersysteme/autom. Hochregallager	2,1	5,0	0,0	14,3	2,7	0,0
- Materialflußsysteme (z.B. FTS)	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
- Montagesysteme	2,1	7,5	0,0	0,0	5,4	16,7

* Differenzierte Darstellung der in Tabelle 2.03 zusammengefaßt und gewichtet ausgewiesenen Werte. Achtung: Keine statistische Repräsentativität!

Eine detaillierte Erfassung all dieser computertechnischen Systeme hätte zweifellos die begrenzten Möglichkeiten einer postalischen Erhebung bei weitem überschritten.²⁾ Deshalb hat sich die Betriebserhebung in diesem Punkt weitgehend auf die Frage beschränkt, ob (und seit wann) ein Betrieb bestimmte moderne computergestützte Techniken³⁾ einsetzt oder deren Einsatz in absehbarer Zukunft plant. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden in der vorliegenden Ergebnispräsentation die erfaßten Einzeltechniken oder Systeme den folgenden vier betrieblichen Funktionsbereichen zugeordnet (**Bild 2.01**):

- **Büro und Verwaltung** mit Buchhaltungsfunktionen, Einkauf, Verkauf, Materialwirtschaft etc.;
- technische und betriebswirtschaftliche Produktionsplanung, -vorbereitung, -steuerung und -kontrolle, zusammengefaßt unter dem Begriff „**produktionsnahe Dienste**“;
- **Fertigung** im engeren Sinne, also vor allem Bearbeitungsmaschinen oder Maschinensysteme in den Werkstätten;
- schließlich produktionsbezogene Funktionen in **Transport, Montage und Werkstück-/Werkzeughandhabung**.

Selbstverständlich beinhaltet diese Zuordnung einen gewissen Grad an Willkürlichkeit; sie orientiert sich zwar an den in vielen Betrieben üblichen funktional-organisatorischen Strukturierungen, kann damit allerdings nicht die insgesamt sehr vielfältigen, von der Größe, der Produktionsstruktur usw. abhängenden Verhältnisse in jedem Einzelfall adäquat abbilden. Dazu kommt, daß ja gerade mit dem Einsatz moderner und komplexerer Computersysteme vielfach bisher übliche funktional-organisatorische Grenzziehungen überfällig werden. Dennoch sprechen u.a. auch die zwischen diesen Bereichen deutlich unterschiedlichen Quoten von EDV-Anwendern dafür, daß hiermit eine für betriebliche Innovationspolitik nicht ganz irrelevante Einteilung gefunden worden ist.

-
- 2) Bei der Entwicklung des Fragebogens war erwogen worden, zumindest für die im Kern der CIM-Diskussion stehenden Bereiche, etwa der Produktionsplanung und -steuerung oder der produktionstechnischen Funktionen (CAD, CAP etc.), die „Markennamen“ der von den Betrieben genutzten Systeme zu erfassen. Nach ausführlichen Beratungen mit Kennern der entsprechenden Segmente des Technikmarkts ist jedoch davon Abstand genommen worden. Abgesehen von der zu erwartenden, kaum zu bewältigenden Vielfalt von Informationen, war dies vor allem auch dadurch begründet, daß sich angesichts der raschen Entwicklung auf dem Technikmarkt und der erheblichen Bedeutung, die Systemanpassungen beim Anwender haben, hinter ein und demselben Systemnamen ganz unterschiedliche konkrete Lösungsformen und Verfahrensweisen verbergen können. Die Ausgestaltung einzelner Systemlösungen genauer zu erfassen liegt außerhalb der Möglichkeiten einer schriftlichen Erhebung, die gleichzeitig einen breiten Überblick über den Computereinsatz erbringen soll und sich daher nicht auf bestimmte Einzeltechniken (wie etwa CAD-Systeme, Industrieroboter o.ä.) beschränken kann.
 - 3) Bei bestimmten Techniken (wie z.B. CNC-Maschinen, flexiblen Fertigungssystemen oder Industrierobotern) ist zusätzlich auch nach der Zahl der Aggregate gefragt worden.

2.2 Breitesten EDV-Einsatz in Büro und Verwaltung

Die meisten Anwender von EDV-Techniken⁴⁾ gibt es eindeutig im Bereich der Büro- und Verwaltungsfunktionen, wobei hier wiederum die stark formalisierten Funktionen der **Finanz- und Geschäftsbuchhaltung** sowie der **Lohn- und Gehaltsabrechnung** in der Verbreitung weit an der Spitze stehen: Mehr als drei Viertel der Betriebe der Investitionsgüterindustrie sowie fast ebenso hohe Anteile in den sonstigen erfaßten Branchen nutzen hier EDV-Systeme. Hier liegt auch das Feld des frühesten Rechneinsatzes: Bei vielen, vor allem größeren Betrieben lag der Beginn bereits im Zeitraum Ende der 50er, Anfang der 60er Jahre; als frühester Termin wurde 1951 angegeben. Bis Anfang der 90er Jahre werden hier noch etwa weitere 7 % der Betriebe erstmals EDV-Techniken einsetzen, so daß dann mehr als vier Fünftel der Firmen in diesen Feldern computergestützte Sachbearbeitung durchführen werden.

Andere Büro- und Verwaltungsfunktionen werden dagegen nur in gut einem Drittel bis knapp der Hälfte der erfaßten Betriebe computergestützt durchgeführt. Das gilt (mit abnehmendem Verbreitungsgrad) für die **Kosten- und Leistungsrechnung**, die **Textverarbeitung**, den **Verkauf**, die **Materialwirtschaft** und schließlich den **Einkauf**. Hinsichtlich all dieser Funktionen gibt es aber jeweils eine beachtliche Quote von Betrieben (zwischen 10 % und 29 %), die für die nächsten Jahre den Einstieg in die EDV-Nutzung planen. Somit ist davon auszugehen, daß zu Beginn der 90er Jahre in fast allen genannten Büro- und Verwaltungsfunktionen in mindestens zwei Dritteln der Betriebe (auch) computergestützt gearbeitet wird; lediglich bei der Textverarbeitung und im Einkauf wird der Verbreitungsgrad etwas geringer sein.

Zwischen den einzelnen **Branchen** gibt es zwar deutliche, insgesamt aber nicht sehr gewichtige Unterschiede in der Verbreitung von EDV-Systemen in Büro und Verwaltung. Fast durchweg weist die Elektrotechnik die höchsten Verbreitungsgrade auf (zwischen 52 % und 89 %), der Stahl- und Leichtmetallbau dagegen die geringsten (zwischen 19 % und 66 %). Maschinenbau und EBM-Industrie nehmen eine Mittelposition ein; die Werte liegen nahe am Durchschnitt der gesamten Investitionsgüterindustrie. Auch die übrigen Branchen weichen hiervon im Durchschnitt nicht entscheidend ab.

4) Wie bereits angedeutet, geht es hier und im folgenden immer darum, ob ein Betrieb in einer bestimmten Funktion überhaupt Computer oder EDV-Systeme nutzt oder deren Einsatz plant. Über den Umfang der Systeme, gegebenenfalls Zahl, Breite oder Dichte ihres Einsatzes etc. ist damit zunächst nichts ausgesagt. Vgl. dazu u.a. die Ausführungen in den Kapiteln 5 ff, die stärker auf detaillierteren Ergebnissen der einzelbetrieblichen Recherchen beruhen.

2.3 Deutliche Zunahme des EDV-Einsatzes bei den „produktionsnahen Diensten“

Gegenüber den Büro- und Verwaltungsfunktionen nehmen sich die Zahlen der Betriebe, die in der **Konstruktion**, in der **Produktionsplanung und -steuerung** sowie **anderen produktionsvor- oder -nachgelagerten Bereichen**⁵⁾ bereits computergestützt arbeiten, bisher relativ bescheiden aus. Im Durchschnitt der Investitionsgüterindustrie sind es erst 10 % bis 17 % der Betriebe, die sich in diesen Funktionen EDV zunutze machen; bei der computergestützten Qualitätssicherung (CAQ) liegt der Anteil sogar nur bei knapp 8 %. Ähnliche Anwenderquoten gibt es in den Branchen außerhalb der Investitionsgüterindustrie. Die meisten Computeranwendungen in diesem Bereich sind noch relativ jung, da die entsprechenden Systeme erst Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre soweit zur Marktreife entwickelt worden sind, daß ein breiter Einsatz – außerhalb ausgesprochener Pionierbetriebe – interessant wurde.

Auffallend ist jedoch, daß in diesem Funktionsbereich nach den geäußerten Planungsabsichten der Betriebe in den kommenden Jahren vergleichsweise viele EDV-Neuanwender zu erwarten sind. Soweit die Planungen realistisch sind, werden sich bis Anfang der 90er Jahre die Anwenderzahlen bei diesen Computersystemen in etwa verdoppeln, so daß bei fast allen Funktionen dann jeweils etwa ein Drittel der Betriebe computergestützt arbeiten wird. Lediglich bei den CAQ-Systemen liegt die erwartete Anwenderquote dann erst bei etwa 14 %.

Zwischen den verschiedenen **Branchen** der Investitionsgüterindustrie gibt es erhebliche Unterschiede im Verbreitungsgrad von Computersystemen in diesem Funktionsbereich. Bei allen Einzelsystemen steht wiederum die Elektrotechnik (mit Verbreitungsquoten zwischen 21 % und 36 %) eindeutig an der Spitze, in einigem Abstand gefolgt vom Maschinenbau (mit Quoten zwischen 4 % und 21 %). Besonders im Maschinenbau ist die Zahl der Betriebe hoch, die solche Systeme in den kommenden Jahren erstmalig einzusetzen beabsichtigen. Außer bei CAQ-Systemen liegen die Quoten der zu erwartenden neuen Erstanwender jeweils über 20 %.

Zu beachten ist, daß die vorliegenden Daten nichts über Intensität oder Breite des Einsatzes dieser Computersysteme in den jeweiligen Anwenderbetrieben aussagen. So kann beispielsweise ein CAD-System lediglich für den Entwurf bestimmter, vielleicht für den Betrieb besonders wichtiger Werkstücke, nur zur Detaillierung oder gar bloßen Zeichnungserstellung Verwendung finden, oder aber mehr oder weniger generelles Arbeitsmittel in der Konstruktionsabteilung sein (vgl. Kapitel 5). Ähnlich kann die Situation beim Einsatz von PPS-Systemen oder bei der Betriebsdatenerfassung (BDE) variieren (vgl. Kapitel 6).

5) Zur Erläuterung der Fachbegriffe, der dahinterstehenden Einzeltechniken und Systeme vgl. weiter unten, vor allem die Kapitel 5 und 6.

Wichtig bleibt festzuhalten, daß diese im Kern der Diskussion um computergestützte Vernetzung oder CIM-Konzepte stehenden EDV-Techniken heute erst in einer Minderheit von Betrieben genutzt werden, daß aber mit erheblichen Zuwachsraten von Erstanwendern in den kommenden Jahren zu rechnen ist.

2.4 Große Unterschiede der Computernutzung in der unmittelbaren Produktion

Computertechniken bzw. EDV-gestützte Fertigungssysteme, die sich der Produktion im engeren Sinne zuordnen lassen und mehr oder weniger unmittelbar in den Fertigungswerkstätten eingesetzt sind, weisen recht unterschiedliche Verbreitungsgrade auf. Relativ groß ist die Zahl der Betriebe, die mindestens eine **CNC-Werkzeugmaschine** und/oder auch andere **computergesteuerte Bearbeitungsmaschinen** bzw. -anlagen einsetzen. Mehr als ein Drittel der Betriebe in der Investitionsgüterindustrie (gegenüber nur 14 % in den sonstigen Branchen) nutzt CNC-Werkzeugmaschinen, 16 % (gegenüber 8 % in den sonstigen Branchen) haben ihren Produktionsapparat mit anderen computergesteuerten Anlagen bestückt. Demgegenüber sind es in der Investitionsgüterindustrie nur um die 3 % und in den sonstigen Branchen nur rund 1 % der Betriebe, die über **komplexere Fertigungsanlagen** (wie flexible Fertigungssysteme oder -zellen) bzw. einen **DNC-Betrieb** mehrerer Maschinen verfügen.

Zwischen den verschiedenen **Branchen** der Investitionsgüterindustrie gibt es erhebliche Unterschiede: CNC-Werkzeugmaschinen werden beispielsweise in fast 60 % der Maschinenbaubetriebe, dagegen nur in rund 20 % der Betriebe des Stahl- und Leichtmetallbaus eingesetzt. Im zuletzt genannten Industriezweig sind dagegen sonstige CNC-Bearbeitungsmaschinen am weitesten verbreitet (in ca. 24 % der Betriebe). Für flexible Fertigungszellen bzw. -systeme liegen die Anwenderquoten in der Elektrotechnik am höchsten (in 8,4 % bzw. 7,7 % der Betriebe), DNC-Betrieb ist in jeweils etwa 5 % der Firmen des Maschinenbaus und der Elektrotechnik vorhanden.

Für alle hier erfaßten Techniken der Produktion im engeren Sinne gilt, daß die nach den Planungen der Unternehmen zu erwartenden Zuwachsraten von neuen Erstanwendern vergleichsweise niedrig sind; die höchsten gibt es im Maschinenbau hinsichtlich des Einstiegs in den DNC-Betrieb (ca. 6 %) und des erstmaligen Einsatzes sonstiger CNC-Bearbeitungsmaschinen (knapp 5 % der Betriebe). In dieser Hinsicht ist bis Anfang der 90er Jahre demnach nicht mehr mit sehr großen Zuwachsraten zu rechnen, was allerdings nicht bedeutet, daß nicht Betriebe, die bereits über entsprechende Einsatzerfahrungen verfügen, die Zahl der Systeme noch erheblich ausweiten werden.

2.5 Geringe Verbreitung von EDV-Systemen in Transport und Montage

Vergleichsweise wenige Betriebe nutzen bisher computergestützte Systeme, die entweder auch in der Fertigung selbst oder in ihrem Umfeld (z. B. in der Montage) eingesetzt werden. Darunter sind **Handhabungsgeräte** bzw. **Industrieroboter** (in knapp 9 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie und sogar in fast 12 % der Betriebe sonstiger Branchen) noch relativ weit verbreitet; **automatische Montagesysteme** sowie **computergestützte Lagersysteme** (z. B. automatische Hochregallager) gibt es durchschnittlich nur in 4 % bis 5 % der Unternehmen. Automatische **Materialflußsysteme** (z. B. fahrerlose Transportsysteme) sind in weniger als 1 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie, aber in 2 % der Firmen der übrigen Branchen vorhanden.

Auch die Zahl der für die nächsten Jahre zu erwartenden Neuanwender solcher Techniken ist relativ gering: Quoten von 1 – 3 % werden bis Anfang der 90er Jahre hinzukommen. Auch diese Automatisierungstechniken sind in der Elektrotechnik am weitesten verbreitet; Industrieroboter bzw. Handhabungsgeräte sowie automatische Montagesysteme gibt es zudem in überdurchschnittlich vielen Betrieben der EBM-Warenherstellung. Für diese beiden zuletzt genannten Techniken sind vergleichsweise hohe Zuwachsraten an Erstanwendern in den zusammengefaßten „sonstigen“ Branchen der Investitionsgüterindustrie zu erwarten; hauptsächlich handelt es sich dabei um Investitionsplanungen im Straßenfahrzeugbau sowie bei Schmiede- und Preßteileherstellern.

Selbstverständlich spiegeln sich in einem Teil der Unterschiede im Verbreitungsgrad der diversen Einzeltechniken zwischen verschiedenen **Branchen** die Variationen in den typischen **Produkt- und Produktionsstrukturen** (vgl. dazu weiter unten Abschnitt 3.3) wider. So ist beispielsweise eine CNC-Werkzeugmaschine ein durchaus gängiges modernes Arbeitsmittel, das aber deshalb noch lange nicht in jedem Betrieb – etwa des Stahl- und Leichtmetallbaus – nutzbringend einzusetzen ist. Ähnliches gilt – vielleicht noch in stärkerem Maße – für neuere Automatisierungstechniken, wie Industrieroboter, automatische Montagesysteme etc. Auf der anderen Seite ist anzunehmen, daß bestimmte Unterschiede im Verbreitungsgrad zwischen verschiedenen Branchen auch etwas mit den Variationen in der Betriebsgrößenstruktur (vgl. Abschnitt 3.1) der Industrien zu tun haben.

2.6 Einsatzkombinationen computergestützter Techniken

In der Vergangenheit war für das Eindringen von Rechneranwendungen in die diversen betrieblichen Funktionsbereiche charakteristisch, daß je funktionsspezifische Einzellösungen entwickelt und von den Betrieben genutzt worden sind. Vor allem von der Software, teilweise aber auch von der Hardware her gesehen handelt es sich um sog. „**Inselösungen**“. Eine solche Struktur beinhaltet wesentliche Defizite, da auf der einen Seite bestimmte Stamm- und Bewegungsdaten in mehreren Einzelsystemen benötigt werden, auf der anderen Seite aber einem un-

mittelbaren Informationsaustausch zwischen den Inseln wegen der soft- und/oder hardwareseitig bedingten Inkompatibilitäten in den Datenbeständen und -strukturen Grenzen gesetzt sind. Dies bedeutet beispielsweise, daß identische Informationen mehrfach abgespeichert und aktualisiert werden müssen. Die in neuerer Zeit viel diskutierten Konzepte computergestützter Vernetzung oder Integration zielen darauf ab, diese Defizite durch die Lösung von Schnittstellenproblemen und den Aufbau mehrfach nutzbarer Datenbanken zu beseitigen.

Zu erwarten ist, daß solche Vernetzungskonzepte vor allem dort verfolgt werden, wo bereits eine breitere Durchdringung betrieblicher Funktionsbereiche mit EDV-Lösungen vorhanden ist. Jenseits der dargestellten Verbreitung computergestützter Einzellösungen ist es daher von Interesse zu fragen, welche Kombinationsstrukturen von EDV-Techniken heute in den Betrieben von Bedeutung sind. In einer ersten Annäherung wird versucht, die Klärung dieser Frage unter Nutzung des groben Rasters der vier hauptsächlich betrieblichen Funktionsbereiche voranzutreiben. Die **Bilder 2.02** bzw. **2.03** geben für die Investitionsgüterindustrie, nach Branchen bzw. Betriebsgrößenklassen gegliedert, einen Überblick über die Verbreitung einzelner bzw. kombinierter Rechneranwendungen. Dabei bleibt unberücksichtigt, ob innerhalb eines Funktionsbereichs nur eine oder mehrere EDV-Anwendungen vorliegen; ebenso wird nicht unterschieden, ob bei einer Kombination verschiedener EDV-Systeme bereits informationstechnische Verknüpfungen realisiert sind oder die Systeme isoliert nebeneinander betrieben werden.

Insgesamt ergibt sich für die Investitionsgüterindustrie folgendes Bild:

(1) Nur ca. 8 % der Betriebe verfügen über EDV-Anwendungen in allen **vier** unterschiedenen **Funktionsbereichen** (I. Büro und Verwaltung, II. Produktionsnahe Dienste, III. Fertigungswerkstätten und IV. Transport/Montage/Teilehandhabung). In der Regel handelt es sich hier um Großunternehmen; zumeist gibt es hier in jedem der Funktionsbereiche mehrere EDV-Anwendungen.

(2) Insgesamt knapp 19 % der Betriebe nutzen Computersysteme in **drei Funktionsbereichen**, wobei in allen Fällen EDV-Einsatz in Büro und Verwaltung gegeben ist. Die häufigste Kombination beinhaltet daneben EDV-Systeme in den produktionsnahen Diensten sowie in den Fertigungswerkstätten; nur in jeweils rund 2 % gibt es computergestützte Automatisierungstechniken im Bereich Transport/Montage/Teilehandhabung bei einem Verzicht auf EDV-Systeme in den produktionsnahen Diensten bzw. in den Fertigungswerkstätten. Im ersten der hier genannten Kombinationstypen sind vor allem Maschinenbaubetriebe überdurchschnittlich stark vertreten, was vor allem mit dem dort weitverbreiteten CNC-Maschineneinsatz in den Werkstätten zu tun hat. Auch die elektrotechnische Branche spielt hier eine relativ wichtige Rolle, was teilweise sicherlich auf Betriebsgrößeneffekte zurückgeführt werden kann. Beide Branchen zusammen stellen zwei Drittel dieses Kombinationstyps (gegenüber 45 % in der Gesamtheit der Investitionsgüterindustrie).

Einsatz von (jeweils) mindestens einer computergestützten Technik
in einem bzw. mehreren der folgenden Funktionsbereiche:

I. Büro und Verwaltung	X	X	X	X		X	X	X				X				
II. Produktions- nahe Dienste	X	X	X		X	X			X	X		X				
III. Fertigungs- werkstätten	X	X		X	X		X		X		X		X			
IV. Transport/Montage/ Teilehandhabung	X		X	X	X		X		X	X				X		

Basis gewichtet (Basis ungewichtet)																	
Maschinen- bau	320 (572)	8,5	21,4	1,0	1,8	0,0	8,3	25,2	0,7	0,6	0,0	0,4	21,1	0,5	4,1	0,0	8,9
Elektro- technik	201 (194)	14,6	16,4	8,5	0,6	0,0	19,0	8,9	2,9	0,0	0,0	0,0	26,6	0,0	0,5	0,0	2,6
EBM- Waren	144 (180)	5,0	10,5	1,2	6,7	0,0	6,6	14,5	3,4	0,0	0,0	0,6	97,8	0,0	3,1	0,6	9,9
Stahlbau etc.	81 (67)	5,6	11,2	2,3	0,6	0,0	8,1	9,9	0,6	0,0	0,0	0,0	38,6	0,0	6,0	0,0	22,9
sonst. Inv.- güterind.	340 (143)	5,9	8,1	0,9	2,2	0,0	12,7	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0	38,2	0,0	10,3	0,9	8,8
Inv.güter- ind. Insg.	1.096 (1.096)	8,1	14,1	2,2	2,9	0,0	10,8	15,6	1,1	0,2	0,0	0,2	90,6	0,1	5,4	0,2	8,8

Bild 2.02: 1986/87 realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in ausgewählten Branchen
(Investitionsgüterindustrie, N = 1.096 – Angaben in %)

(3) Rund 28 % aller erfaßten Betriebe weisen EDV-Einsatz in **zwei** betrieblichen **Funktionsbereichen** auf. Am häufigsten ist dabei die Kombination von EDV-Einsatz in Büro und Verwaltung sowie in den Fertigungswerkstätten. Wiederum gibt es hier einen überdurchschnittlich hohen Anteil von Maschinenbauunternehmen; fast die Hälfte dieser Kombinationsfälle gehört zu dieser Branche; dies entspricht einem Viertel aller erfaßten Maschinenbaubetriebe. Diese Kombination ist typisch für Mittelbetriebe: Rund die Hälfte der Fälle gehört zur Betriebsgrößenklasse von 50 bis unter 200 Beschäftigten.

Auch der parallele Einsatz von EDV-Systemen in Büro und Verwaltung sowie in den produktionsnahen Diensten ist noch relativ häufig (11 % Anteil an der Gesamtheit); stark überdurchschnittlich ist hier die Elektrotechnik vertreten; etwa ein Fünftel aller Betriebe dieser Branche gehört zu diesem Typ.

Einsatz von (jeweils) mindestens einer computergestützten Technik
in einem bzw. mehreren der folgenden Funktionsbereiche:

I. Büro und Verwaltung	X	X	X	X		X	X	X			X			
II. Produktions- nahe Dienste	X	X	X		X			X	X			X		
III. Fertigungs- werkstätten	X	X		X	X		X		X				X	
IV. Transport/Montage/ Teilehandhabung	X		X	X	X			X		X	X			X

Beschäftigte																
65 1 - 19 (98)	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	2,1	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	50,8	0,0	5,7	0,0	34,2
437 20 - 49 (282)	1,0	6,4	0,5	0,4	0,0	12,8	14,8	0,0	0,2	0,0	0,2	40,1	0,4	10,7	0,2	18,4
247 50 - 99 (229)	5,7	12,1	3,3	2,8	0,0	10,8	21,1	2,9	0,5	0,0	0,2	89,1	0,0	9,4	0,0	5,0
115 100 - 199 (187)	7,4	26,4	2,4	4,1	0,0	19,8	22,4	2,4	0,0	0,0	0,0	20,2	0,0	0,3	0,0	0,6
155 200 - 499 (174)	15,6	27,2	7,5	6,8	0,0	9,2	15,9	1,2	0,0	0,0	0,8	12,6	0,0	0,8	0,9	2,0
42 500 - 999 (51)	50,1	32,7	1,1	4,9	0,0	8,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35 1000 u. m. (55)	57,4	26,7	6,4	9,2	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inv.güter- Ind. Insg. (1.088)	8,1	14,1	2,2	2,3	0,0	10,8	15,8	1,1	0,2	0,0	0,2	80,6	0,1	5,4	0,2	8,8

Bild 2.03: 1986/87 realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)
(Investitionsgüterindustrie, N = 1.096 – Angaben in %)

Die übrigen Zweierkombinationen liegen nur sehr selten vor.

(4) Mehr als ein Drittel aller erfaßten Betriebe arbeitet nur in **einem** der erfaßten vier **Funktionsbereiche** computergestützt; in der großen Mehrheit dieser Fälle (84 %) beschränkt sich der EDV-Einsatz auf Büro- und Verwaltungsfunktionen. Daneben gibt es noch eine Minderheit von Betrieben (15 %), die nur in den Fertigungswerkstätten computergestützt arbeitet. Den auf einen Funktionsbereich begrenzten EDV-Einsatz gibt es generell nur in Betrieben mit weniger als 500 Beschäftigten.

Der ausschließliche EDV-Einsatz in Büro und Verwaltung ist typisch für Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten; und die Hälfte der Kleinbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten gehört in diese Gruppe. Überdurchschnittlich stark sind hier die EBM-Warenhersteller sowie die zur „sonstigen Investitionsgüterindustrie“ zusammengefaßten Branchen

vertreten; die Maschinenbaubetriebe sind hier dagegen unterrepräsentiert. Auch die Begrenzung des Computereinsatzes auf die Fertigungswerkstätten gibt es praktisch nur in Betrieben mit weniger als 100 Beschäftigten; eine gewisse hervorgehobene Rolle spielen hier die Branchen der sonstigen Investitionsgüterindustrie.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß in insgesamt mehr als der Hälfte der erfaßten Betriebe (55 %) bereits heute Computersysteme in mindestens zwei betrieblichen Funktionsbereichen vorhanden sind, so daß – rein formal gesehen – von daher Vernetzungsmöglichkeiten gegeben sind. Ob es sich dabei um Kombinationen handelt, bei denen eine informationstechnische Verknüpfung sinnvoll ist und von den Betrieben als nützlich angesehen wird, bedarf allerdings einer differenzierteren Analyse, die genauer auf die Kombinatorik der Einzelsysteme und ihre Verknüpfbarkeit eingeht (vgl. Kapitel 4ff.).

Im übrigen ist natürlich auch keineswegs ausgeschlossen, daß Betriebe, die heute noch über keinerlei oder nur über sehr begrenzten EDV-Einsatz verfügen, in Zukunft gleich in einem Schritt stärker vernetzte Computerlösungen anstreben. Hierfür spielt zum einen das veränderte Marktangebot an hard- und softwaretechnischen Lösungen eine Rolle, das es leichter macht, komplexere Konzepte zu verfolgen. Zum anderen können umgekehrt gerade für Betriebe, die relativ früh in zahlreiche isolierte EDV-Lösungen investiert haben, daraus gewisse Blockierungen im Hinblick auf Integrationsziele entstehen, da ein Umstieg auf modernere Konzepte mit erheblichen Aufwänden der Datenreorganisation und möglichen Risiken für die Aufrechterhaltung des Betriebsablaufs verbunden sein kann.

3 Bestimmungsfaktoren für die Verbreitung von Computersystemen

Zweifelloos gibt es eine Vielzahl von Gründen dafür, ob ein Betrieb in einem bestimmten Funktionsbereich bereits Computertechniken einsetzt oder nicht. Das Angebot auf dem Technikmarkt, die Kosten und Leistungen der Hard- und Softwarekomponenten, die Ausgereiftheit technischer Problemlösungen spielen sicherlich ebenso eine Rolle wie bestimmte betriebliche Faktoren und Rahmenbedingungen. Dazu zählen etwa die Investitionskraft und Risikobereitschaft oder die Marktbedingungen und Produktionsanforderungen, die in je spezifischer Weise Engpaßsituationen und Rationalisierungsdruck erzeugen und unterschiedliche Widerständigkeit von Teilprozessen gegenüber computertechnischer Steuerung und Regelung bedeuten können.

All diese Bestimmungsfaktoren für den Einsatz eines inzwischen außerordentlich breiten Feldes unterschiedlicher computertechnischer Anwendungen lassen sich kaum durch nur einige wenige Variable adäquat erfassen. Im folgenden soll jedoch die Varianz im EDV-Einsatz in verschiedenen betrieblichen Funktionen etwas näher bestimmt werden. Dabei wird zum einen auf die Faktoren Branche und Betriebsgröße eingegangen, zum anderen versucht, den Zusammenhang zwischen produktionsstrukturellen Merkmalen der Betriebe und EDV-Einsatz aufzuzeigen.

3.1 Branche und Betriebsgröße

Branche und Beschäftigtenzahl eines Betriebs sind offensichtlich wichtige Indikatoren für eine ganze Reihe einflußreicher betrieblicher Bedingungen und Funktionserfordernisse, die für den Einsatz von Computertechniken bestimmend sind. Beobachtbar sind charakteristische Unterschiede in der Nutzung verschiedener Computersysteme zwischen den einzelnen Industriebranchen; fast durchgängig läßt sich bei allen EDV-Einzeltechniken eine starke Abhängigkeit der Verbreitung von der Betriebsgröße feststellen. Fast immer gibt es erhebliche Unterschiede im Verbreitungsgrad zwischen den kleinsten und den größten Betrieben, wobei allerdings die Spannweite in den Anwenderquoten je nach Funktion oder Funktionsbereich unterschiedlich hoch ausfällt (**Tabellen 3.01** und **3.02**). Beispielhaft sei dies im folgenden anhand einiger (ausgewählter) Einzeltechniken skizziert.

Tabelle 3.01: Einsatz computergestützter Techniken nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl) 1986/87 realisiert
(Investitionsgüterindustrie – Angaben in Prozent)

Basis gewichtet (Basis ungewichtet)	Betriebsgrößenklasse							Inv.güter- ind. Insg. (1.096)
	1-19 (98)	20-49 (292)	50-99 (229)	100-199 (197)	200-499 (174)	500-999 (51)	1000 u.m. (55)	
I. Büro und Verwaltung								
- Finanz-/Geschäftsbuchhaltung	48,8	66,9	83,9	94,1	90,4	95,1	99,1	78,1
- Lohn-/Gehaltsabrechnung	38,1	60,6	84,5	95,6	90,1	96,4	98,1	75,3
- Kosten/Leistungsrechnung	25,4	32,6	46,5	63,0	70,7	88,0	94,8	47,7
- Einkauf	14,2	16,7	31,9	41,6	55,2	72,0	91,6	32,1
- Verkauf	26,1	33,0	48,8	56,9	67,8	72,0	91,6	46,6
- Materialwirtschaft	8,3	20,7	28,3	48,0	68,7	78,9	82,7	34,8
- Textverarbeitung	26,6	38,6	48,3	48,2	67,4	70,4	83,3	47,1
II. Produktionsnahe Dienste								
- Entwickeln/Konstruieren (CAD)	1,9	8,5	13,6	19,0	25,3	51,7	74,7	16,3
- Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)	1,0	8,2	14,8	20,1	31,3	53,5	65,8	17,0
- Prod.planung und -steuerung (PPS)	1,0	6,0	8,6	20,7	30,7	52,4	68,6	14,8
- Betriebsdatenerfassung (BDE)	1,0	6,6	12,6	11,3	14,0	17,9	35,5	10,4
- Qualitätssicherung (CAQ)	0,0	4,5	5,3	8,2	12,0	28,0	39,4	7,8
III. Fertigungswerkstätten								
- CNC-Werkzeugmaschinen	7,8	25,0	36,3	54,1	56,3	80,1	78,5	37,8
- sonstige CNC-Maschinen	4,1	11,1	14,2	17,1	28,9	25,7	54,1	16,1
- DNC-Betrieb mehrerer Maschinen	0,0	0,9	1,5	4,2	5,9	20,4	21,5	3,4
- Flexible Fertigungszellen (FFZ)	1,4	1,4	3,1	1,3	3,1	21,1	32,5	3,7
- Flexible Fertigungssysteme (FFS)	0,0	0,5	2,2	0,3	6,1	16,7	23,4	2,8
IV. Transport/Montage/Teilehandhabung								
- Handhabungsgeräte/Industrieroboter	0,0	1,4	5,4	10,9	19,0	41,5	50,4	8,6
- Lagersysteme/autom. Hochregallager	0,0	0,0	4,3	2,4	9,9	27,0	44,5	4,8
- Materialflusssysteme (z.B. FTS)	0,0	0,0	0,2	0,0	2,6	1,1	11,6	0,7
- Montagesysteme	0,0	0,9	7,0	4,7	8,5	17,8	29,4	5,1

Tabelle 3.02: Einsatz computergestützter Techniken nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl) 1986/87 geplant
(Investitionsgüterindustrie – Angaben in Prozent)

Basis gewichtet (Basis ungewichtet)	Betriebsgrößenklasse						Inv.güter-	
	1-19 (98)	20-49 (292)	50-99 (229)	100-199 (197)	200-499 (174)	500-999 (51)	1000 (55)	u.m.ind. insg. (1.096 (1.096))
I. Büro und Verwaltung								
- Finanz-/Geschäftsbuchhaltung	6,7	8,8	6,7	3,5	6,3	1,1	0,9	6,7
- Lohn-/Gehaltsabrechnung	6,7	10,5	7,3	2,6	5,4	3,6	0,0	7,3
- Kosten-/Leistungsrechnung	14,1	23,0	28,2	25,0	22,9	12,0	3,3	22,9
- Einkauf	11,6	29,0	28,1	33,2	36,9	26,9	4,2	28,3
- Verkauf	8,5	21,4	20,1	25,3	19,6	14,1	5,2	19,9
- Materialwirtschaft	18,8	27,3	37,5	36,3	23,8	15,2	4,2	28,8
- Textverarbeitung	8,3	11,3	8,9	11,5	12,9	3,9	6,0	10,3
II. Produktionsnahe Dienste								
- Entwickeln/Konstruieren (CAD)	1,4	9,2	10,9	25,2	33,9	31,0	24,4	15,3
- Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)	2,4	12,3	13,5	26,5	29,7	13,4	11,6	15,8
- Prod.planung und -steuerung (PPS)	1,4	7,5	23,6	30,3	41,4	30,5	19,3	18,8
- Betriebsdatenerfassung (BDE)	1,9	7,9	18,0	29,2	42,5	53,7	46,0	19,4
- Qualitätssicherung (CAQ)	1,4	2,1	3,5	8,7	14,7	23,2	30,5	6,4
III. Fertigungswerkstätten								
- CNC-Werkzeugmaschinen	0,0	2,1	3,3	2,2	1,7	0,0	5,5	2,3
- sonstige CNC-Maschinen	0,0	2,5	2,2	5,8	3,7	6,6	0,0	3,0
- DNC-Betrieb mehrerer Maschinen	0,0	0,7	1,2	3,2	7,4	12,5	15,6	2,8
- Flexible Fertigungszellen (FFZ)	0,0	0,2	0,2	0,6	2,3	1,7	6,1	0,7
- Flexible Fertigungssysteme (FFS)	0,0	0,2	0,4	1,1	2,7	3,3	10,6	1,1
IV. Transport/Montage/Teilehandhabung								
- Handhabungsgeräte/Industrieroboter	1,4	3,7	1,0	4,9	7,2	0,0	3,3	3,3
- Lagersysteme/autom. Hochregallager	0,0	0,4	0,7	2,0	4,0	14,9	16,3	2,1
- Materialflußsysteme (z.B. FTS)	0,0	0,2	0,4	0,6	3,7	1,1	18,2	1,3
- Montagesysteme	1,4	3,9	1,2	1,5	4,9	7,6	13,8	3,4

(1) Bei den **Büro- und Verwaltungsfunktionen** gibt es in der Investitionsgüterindustrie bereits bei den kleinsten Betrieben (mit weniger als 20 Beschäftigten) erhebliche Anwenderquoten; sie reichen von 8,3 % bei der Materialwirtschaft bis zu fast der Hälfte der Betriebe bei der computergestützten Sachbearbeitung in der Finanz- und Geschäftsbuchhaltung. Bei den Großbetrieben mit 1.000 und mehr Beschäftigten arbeiten tendenziell alle, mindestens jedoch 80 %, in den einzelnen Funktionen mit Computerunterstützung. Ab einer Betriebsgröße von 200 Beschäftigten setzt bei jeder Einzeltechnik die Mehrheit der Betriebe EDV ein, und die am weitesten verbreiteten Systeme der Finanz- und Geschäftsbuchhaltung bzw. der Lohn- und Gehaltsabrechnung werden bereits von mehr als 80 % der Betriebe mit 50 bis unter 100 Beschäftigten genutzt.

Am Beispiel des insgesamt am weitesten verbreiteten Computereinsatzes in der **Finanz- und Geschäftsbuchhaltung** läßt sich zeigen, daß in diesem Feld relativ geringe Unterschiede im Verbreitungsgrad zwischen Branchen und auch Betrieben unterschiedlicher Größe bestehen (**Bild 3.01**).

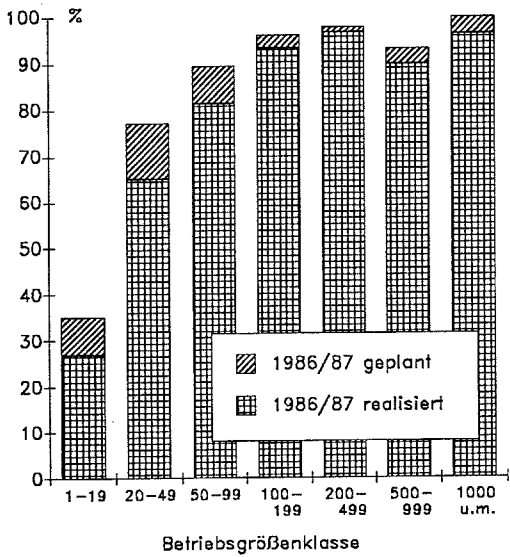
Wie bereits oben erwähnt, steht auch bei dieser Einzeltechnik die Elektroindustrie mit an der Spitze im Verbreitungsgrad von EDV-Systemen, dicht gefolgt vom Maschinenbau. Zwischen diesen beiden Branchen ist der markanteste Unterschied, daß in der Elektroindustrie bereits acht von zehn Kleinbetrieben (mit bis unter 20 Beschäftigten) sich in der Buchhaltung der EDV bedienen, während dies nur auf gut ein Viertel der Maschinenbaubetriebe dieser Größe zutrifft.

Der Stahlbau und die EBM-Warenindustrie fallen demgegenüber etwas ab; vor allem in kleineren Betrieben gehört hier EDV-Einsatz in der Buchhaltung mehrheitlich (noch) nicht zum Standard. Bei anderen Branchen (wie z.B. Straßenfahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt) liegt das Gesamtniveau der EDV-Nutzung in der Buchhaltung ähnlich wie bei der Elektrotechnik.⁶⁾

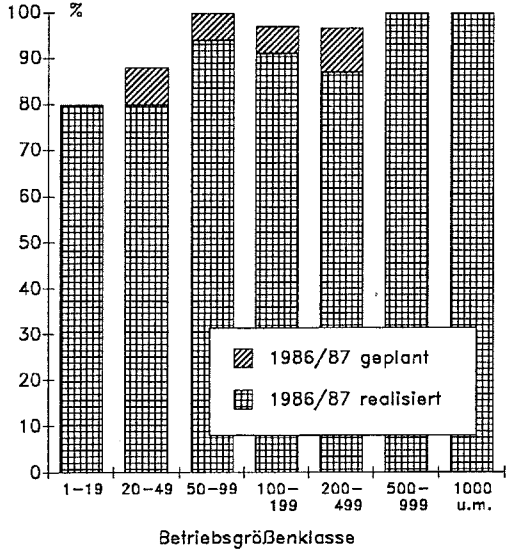
In allen Gruppen der meist kleineren oder mittleren Betriebe innerhalb der im einzelnen aufgeführten Branchen, die einen niedrigeren EDV-Verbreitungsgrad aufweisen, gibt es jeweils nur relativ kleine Quoten von Betrieben, die in den Folgejahren den Einstieg in computergestützte Sachbearbeitung in der Buchhaltung vorhaben. Dies deutet darauf hin, daß viele dieser Betriebe hier andere Lösungen gefunden haben, z. B. Buchungsaufgaben vom Mutterunternehmen oder von darauf spezialisierten Dienstleistungsbetrieben (EDV-gestützt) erledigen lassen. Für diese Funktion scheint (fast) eine Art Sättigungsgrenze erreicht.

(2) Anders ist das Bild bei den Funktionen, die hier als **produktionsnahe Dienste** bezeichnet werden. In der gesamten Investitionsgüterindustrie sind es bei den Kleinstbetrieben nur sehr wenige (maximal 2 %), in der Be-

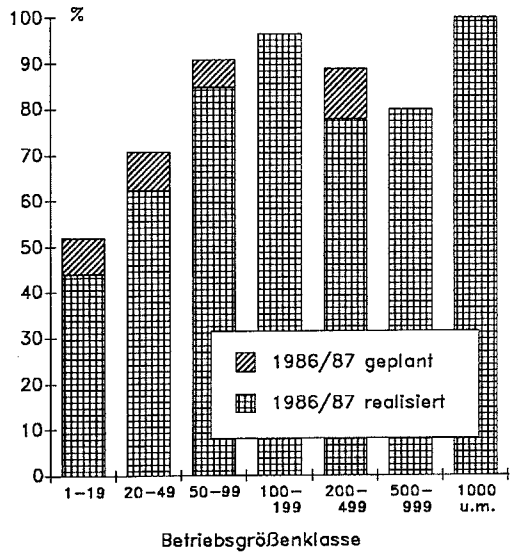
6) Wegen zu geringer Fallzahlen in diesen „sonstigen“ Branchen der Investitionsgüterindustrie ist hier eine Ausdifferenzierung der Ergebnisse nach der Betriebsgröße nicht sinnvoll. Wir beschränken uns daher hier und im folgenden auf einen Vergleich zwischen den mit jeweils über 100 Fällen vertretenen Branchen Maschinenbau, Elektrotechnik und EBM-Industrie.



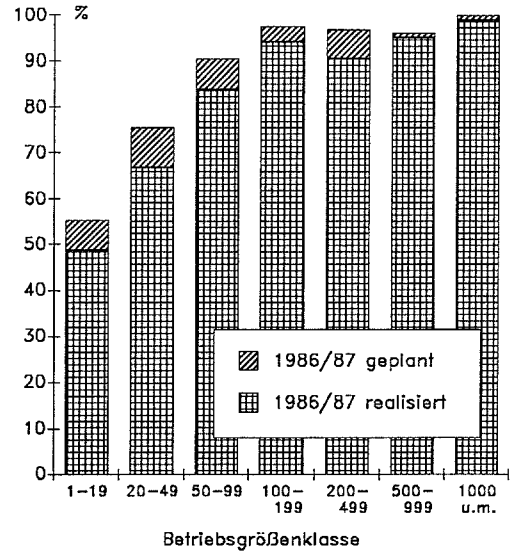
Maschinenbau (N = 572)



Elektrotechnik (N = 134)



Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180)



Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

Bild 3.01: Computereinsatz in der Finanz-/Geschäftsbuchhaltung

triebsgrößenklasse von 20 bis unter 50 Beschäftigten weniger als 10 %, die hier EDV-gestützt arbeiten. Bei den Betrieben mit mindestens 1.000 Beschäftigten liegen die Anwenderquoten zwischen 36 % bei BDE-Systemen bis zu 75 % bei CAD-Einsatz. Nach den Planungen der Betriebe werden sich diese Unterschiede bei steigenden Anwenderquoten in den nächsten Jahren etwas verringern, sie werden aber keinesfalls ganz verschwinden.

Zwar zeigen die Angaben, daß sich die Anwenderquoten tendenziell bis Anfang der 90er Jahre in den Betriebsgrößenklassen bis unter 500 Beschäftigten verdoppeln, aber auch bei Betrieben mit mehr als 500 Beschäftigten sind noch vergleichsweise hohe Zahlen von neuen Anwendern zu erwarten. Nach diesen Planungen werden beispielsweise mit CAD, das als eine der zentralen Einzelkomponenten für zu realisierende CIM-Konzepte anzusehen ist, fast alle Betriebe mit 1.000 und mehr Beschäftigten sowie mehr als 80 % der Betriebe mit 500 bis unter 1.000 Beschäftigten ausgestattet sein, dagegen nur etwa 3 % der Kleinstbetriebe. Ähnliche Strukturen der Verbreitung nach Betriebsgrößenklassen ergeben sich auch bei CAP-, PPS- oder BDE-Systemen.

Hinsichtlich der verschiedenen Einzelfunktionen zeigen sich folgende Zusammenhänge:

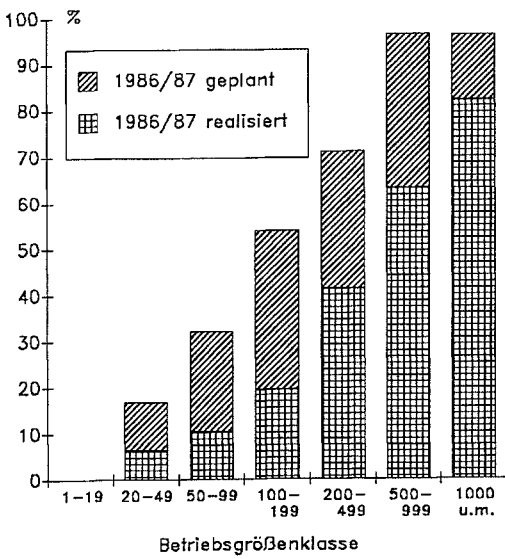
CAD-Systeme: diese sind in den größeren Betrieben der Elektrotechnik und des Maschinenbaus relativ weit verbreitet und werden nach Realisierung der geäußerten Planungsabsichten Anfang der 90er Jahre praktisch in allen Betrieben ab einer Beschäftigtenzahl von 500 vorhanden sein. Hohe Zuwächse an neuen Erstanwendern sind in Maschinenbau und Elektrotechnik bei Betrieben zwischen 100 und 500 Beschäftigten zu erwarten (Bild 3.02).

In der EBM-Waren-Industrie sind dagegen noch kaum CAD-Systeme im Einsatz, ab einer Größe von 100 Beschäftigten gibt es jedoch vergleichsweise viele Betriebe, die den Einstieg in die CAD-Technik erstmals vorhaben.

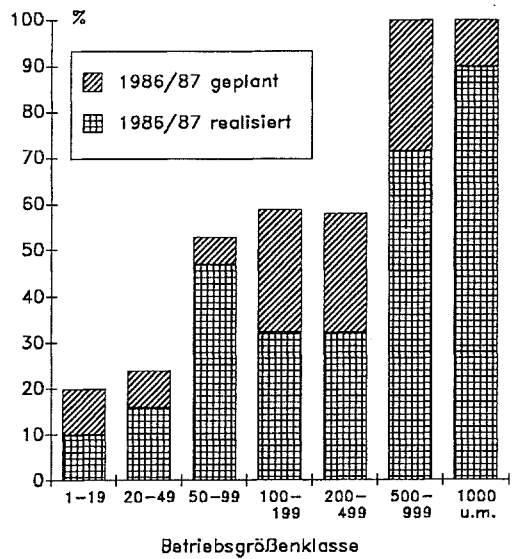
CAP-Systeme: diese sind in den größeren Betrieben des Maschinenbaus und auch der EBM-Waren-Industrie weiter verbreitet als in den ähnlich großen Betrieben der Elektrotechnik. In den erstgenannten Branchen sind auch relativ mehr neue Erstanwender bis Anfang der 90er Jahre zu erwarten als in der Elektrotechnik, in der der Ausbreitungsprozeß eher zu stagnieren scheint. Im Maschinenbau und teilweise auch in der EBM-Industrie drängt sich dagegen der Eindruck auf, daß kleinere und mittlere Betriebe „aufholen“ und sich der Verbreitungsgrad allmählich angleicht (Bild 3.03).

PPS-Systeme: hier gibt es in allen einzeln erfaßten Branchen ein relativ deutliches lineares Gefälle im Verbreitungsgrad zwischen großen und kleinen Betrieben, wobei im Maschinenbau und der EBM-Waren-Industrie noch deutlicher als in der Elektrotechnik ab einer Betriebsgröße von 500 Beschäftigten der Einsatz eines PPS-Systems bald zum Standard gehören wird. Im Maschinenbau wie auch in der Elektrotechnik ziehen die kleineren Betriebe offensichtlich nach, weniger deutlich ist dies in der EBM-Waren-Industrie (Bild 3.04).

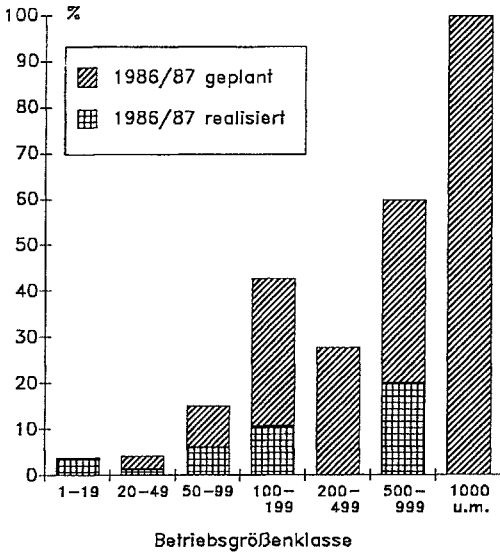
CAQ-Systeme: hier gibt es sehr auffällige Unterschiede zwischen den Branchen. Computereinsatz in der Qualitätssicherung ist offensichtlich eine Domäne der Elektrotechnik; in fast allen Betriebsgrößenklassen liegt der (realisierte und geplante) Verbreitungsgrad höher als in den beiden anderen Branchen. Im Maschinenbau sind es nur die Betriebe mit



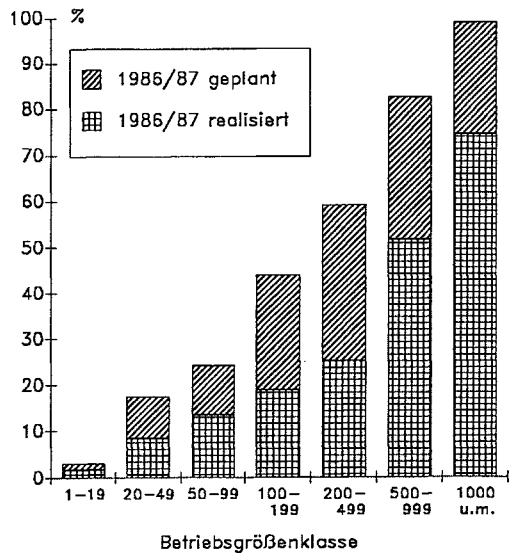
Maschinenbau (N = 572)



Elektrotechnik (N = 134)

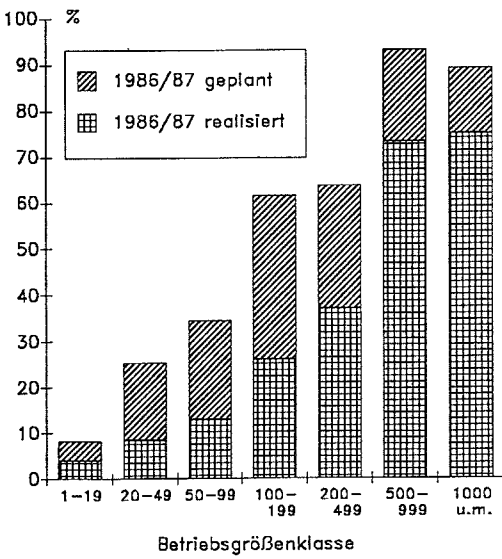


Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180)

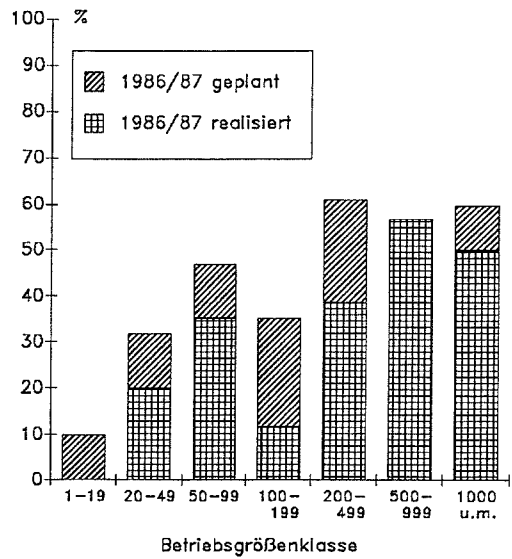


Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

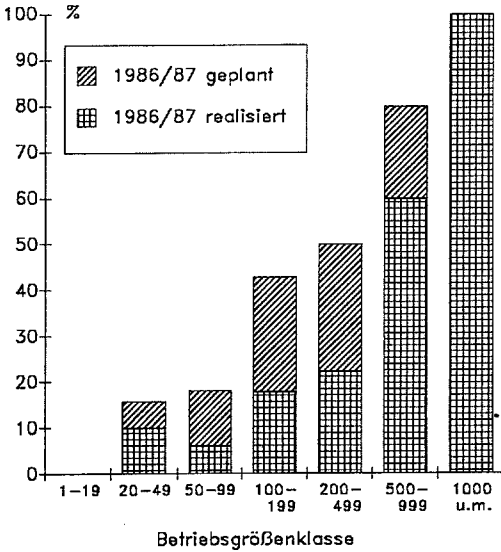
Bild 3.02: Computereinsatz in der Entwicklung und Konstruktion (CAD)



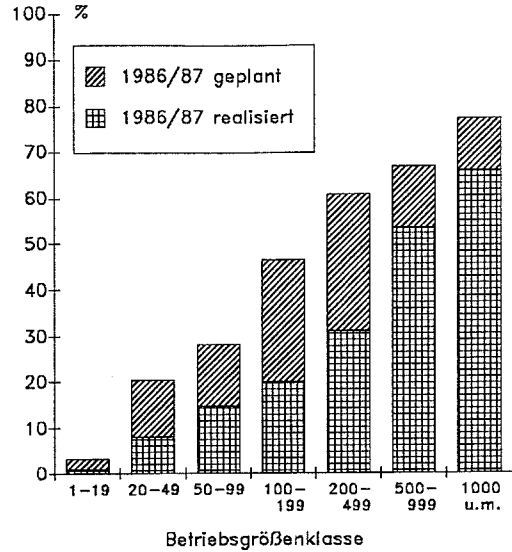
Maschinenbau (N = 572)



Elektrotechnik (N = 134)

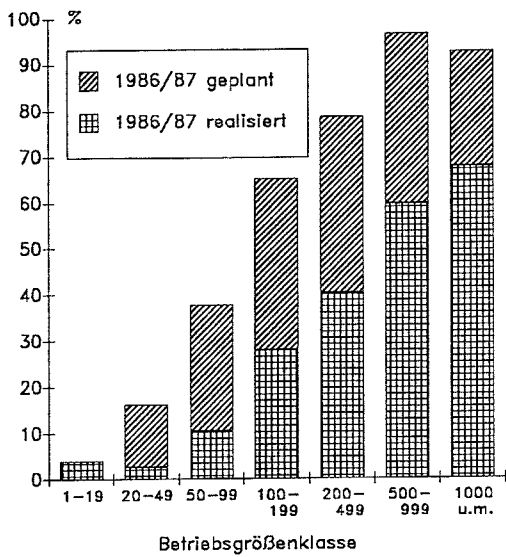


Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180)

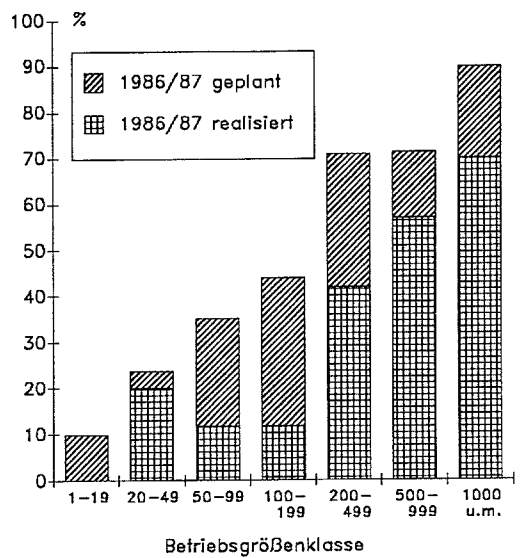


Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

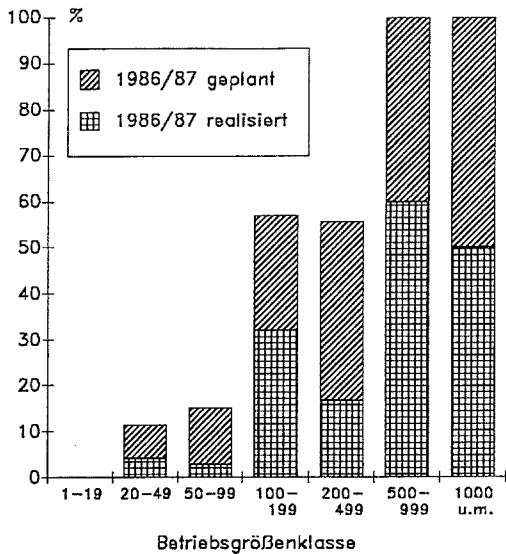
Bild 3.03: Computereinsatz in der Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)



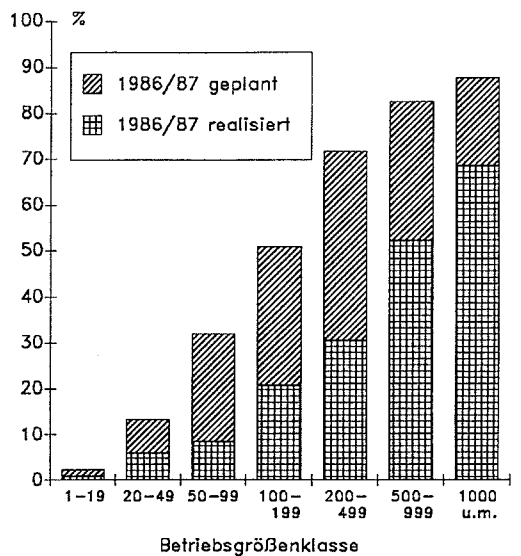
Maschinenbau (N = 572)



Elektrotechnik (N = 134)



Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180)



Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

Bild 3.04: Computereinsatz in der Produktionsplanung und -steuerung (PPS)

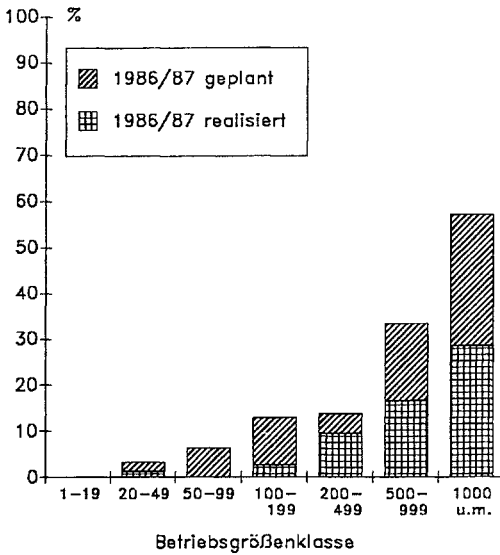
mindestens 1.000 Beschäftigten, die bald zur Hälfte computergestützte Qualitätssicherung betreiben. Für die EBM-Waren-Industrie zeichnet sich hier eine Art Polarisierung ab: Betriebe mit über 1.000 Beschäftigten werden künftig alle über diese Technik verfügen, bei geringerer Betriebsgröße trifft dies dagegen nur auf weniger als 20% zu (**Bild 3.05**).

Wie bereits betont, gilt für alle diese im Zentrum der CIM-Diskussion stehenden Einzeltechniken, daß sich eine erhebliche – wenn auch im einzelnen nach Branchen und Betriebsgrößen unterschiedlich ausgeprägte – Dynamik des Ausbreitungsprozesses abzeichnet. Trotz der zu beobachtenden Angleichungstendenzen werden dabei allerdings noch erhebliche Unterschiede zwischen größeren und kleineren Betrieben und auch zwischen den einzelnen Industriebranchen im Verbreitungsgrad der einzelnen CIM-Komponenten bestehen bleiben.

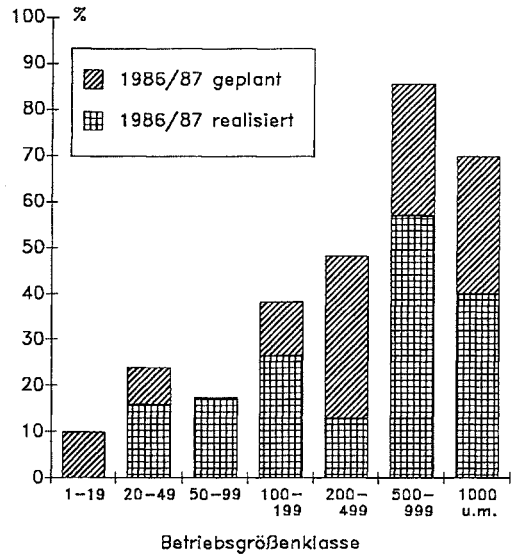
(3) Weniger extrem, wenn auch immer noch deutlich, sind die Abstände im Verbreitungsgrad bei den computergestützten Produktionsmitteln in den **Fertigungswerkstätten**. Immerhin knapp 8 % der Kleinstbetriebe und bereits 25 % der Betriebe mit 20 bis unter 50 Beschäftigten haben mindestens eine CNC-Werkzeugmaschine im Einsatz gegenüber etwa 80 % der Betriebe mit mindestens 500 Beschäftigten. Bei sonstigen CNC-Bearbeitungsmaschinen lauten die entsprechenden Quoten 4 %, 11 % und 54 %. DNC-Betrieb, FFS und FFZ finden sich auch bereits vereinzelt in Kleinbetrieben, aber auch nur in einem Fünftel bis einem Drittel der Großbetriebe.

Am herausgegriffenen Beispiel der **CNC-Werkzeugmaschinen** lassen sich ebenfalls charakteristische Unterschiede nach Betriebsgröße und Branche aufzeigen. Die weiteste – und über die Betriebsgrößen hinweg gleichmäßigste – Verbreitung hat diese Technik eindeutig im Maschinenbau: hier werden solche Maschinen ab einer Betriebsgröße von 100 Beschäftigten von mehr als drei Vierteln der Betriebe genutzt, aber auch bei kleineren Betrieben gibt es bereits beachtliche Anwenderquoten. In der Elektrotechnik ist das Verbreitungs-niveau deutlich geringer; hier gibt es auch bei den Großbetrieben noch solche, die den erstmaligen Einsatz dieser Technik planen. In der EBM-Waren-Industrie ist die meist charakteristische Zunahme des Verbreitungsgrads mit der Betriebsgröße durchbrochen: dies – wie auch die geringe Zahl von Betrieben, die die erstmalige Anschaffung einer CNC-Werkzeugmaschine planen – deutet darauf hin, daß aufgrund produktionsstruktureller Gegebenheiten diese Technik nur für einen Teil der Betriebe dieser Branche interessant ist. Im übrigen besteht hier – im Gegensatz etwa zu den computergestützten Systemen der produktionsnahen Dienste – generell der Eindruck, daß es sich um eine „reife“ Technik handelt, da kaum mehr neue Erstanwender zu erwarten sind (**Bild 3.06**).

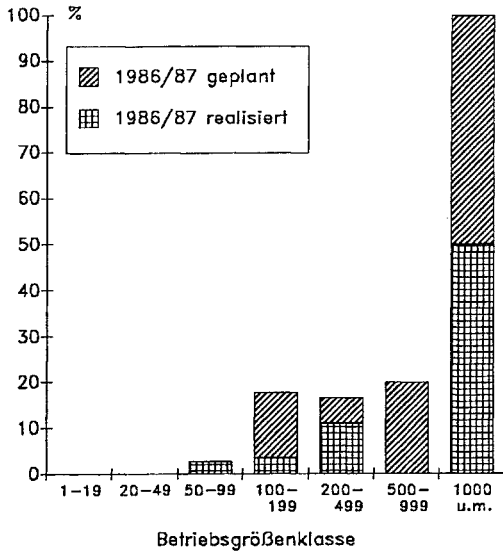
Ganz anders dagegen das Bild bei **flexiblen Fertigungssystemen**: ihr Verbreitungsgrad ist generell deutlich geringer; fast nur mittlere und größere Betriebe von Maschinenbau und Elektrotechnik haben bereits Erfahrungen mit dieser vergleichsweise neuen, komplexen und teuren Technik. Zusätzliche Erstanwender sind in den mittleren bis größeren Betrieben des Maschinenbaus und bei den Großbetrieben der Elektrotechnik zu erwarten. In der EBM-Waren-Industrie sind es nur einzelne mittlere Betriebe, die sich bereits dieser Technik bedienen bzw. ihren Einsatz vorsehen (**Bild 3.07**).



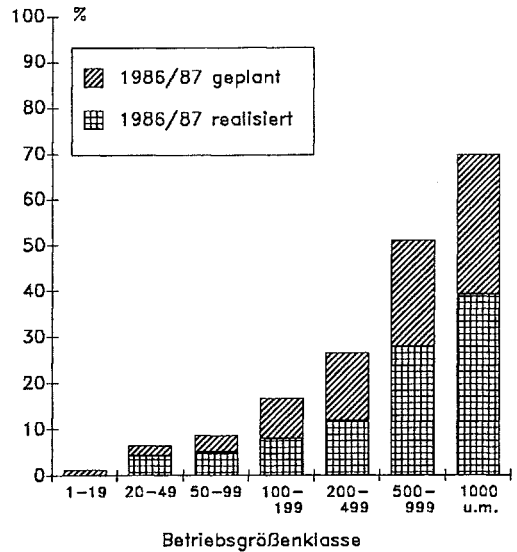
Maschinenbau (N = 572)



Elektrotechnik (N = 134)



Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180)

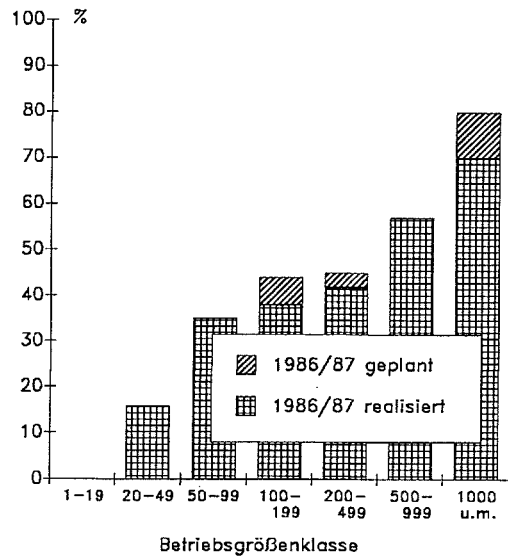
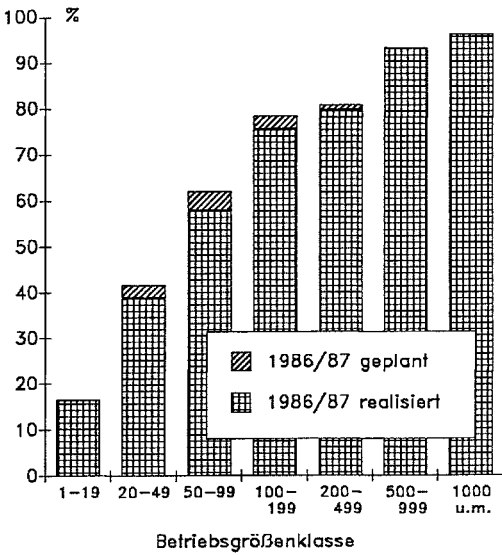


Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

Bild 3.05: Einsatz von computergestützten Qualitätssicherungssystemen (CAQ)

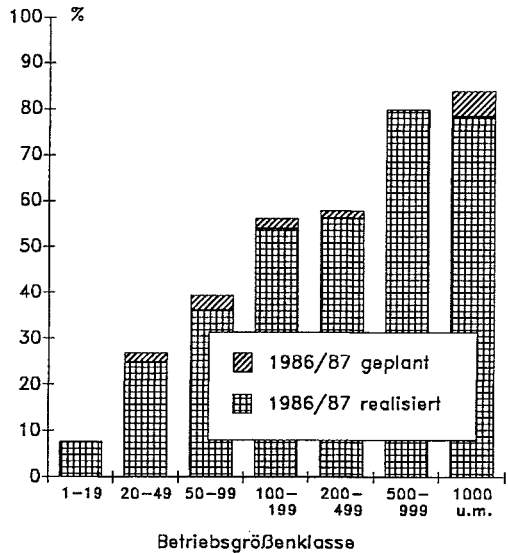
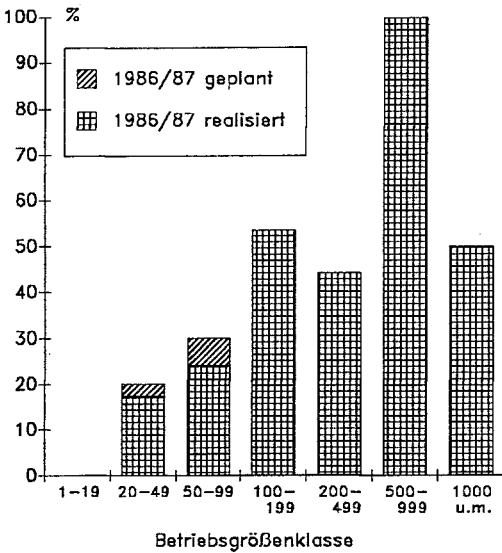
Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmierl (1989): An der Schwelle zu CIM.

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssaoar-100555>



Maschinenbau (N = 572)

Elektrotechnik (N = 134)

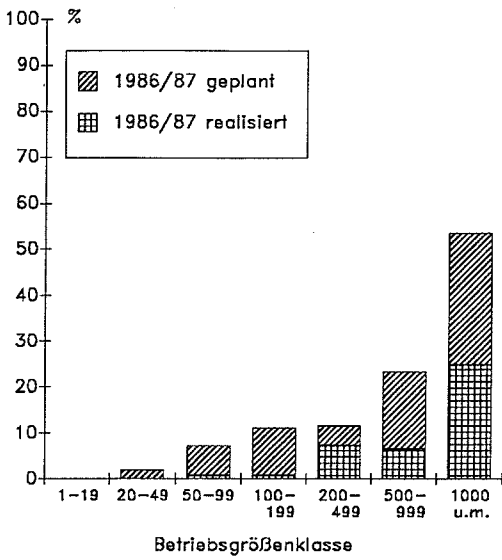


Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180) Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

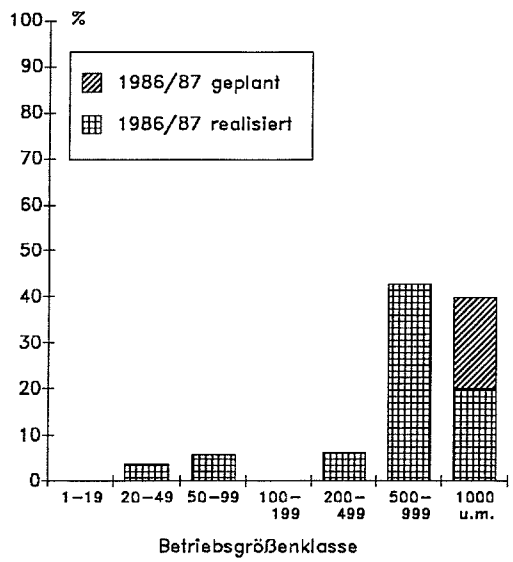
Bild 3.06: Einsatz von CNC-Werkzeugmaschinen (CNC-WZM)

Schultz-Wild/Nübel/Rehberg/Schmieri (1989): Auf der Schwelle zu CIM.

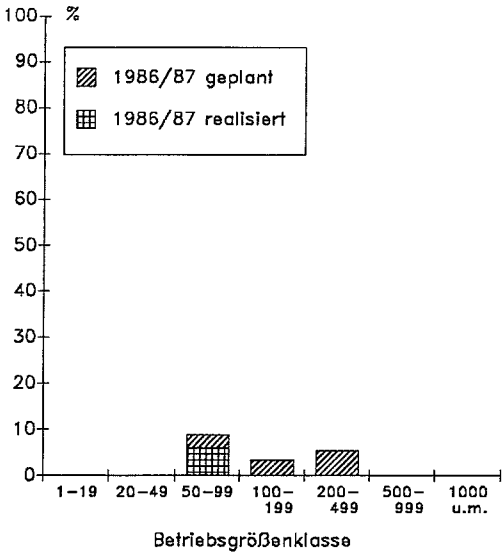
URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:10168-ssoar-10055>



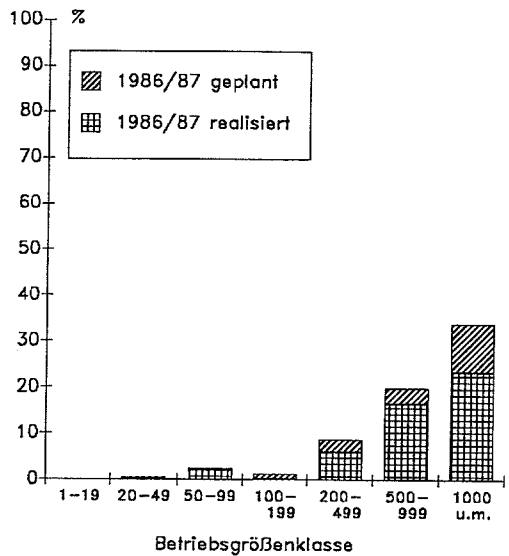
Maschinenbau (N = 572)



Elektrotechnik (N = 134)



Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180)

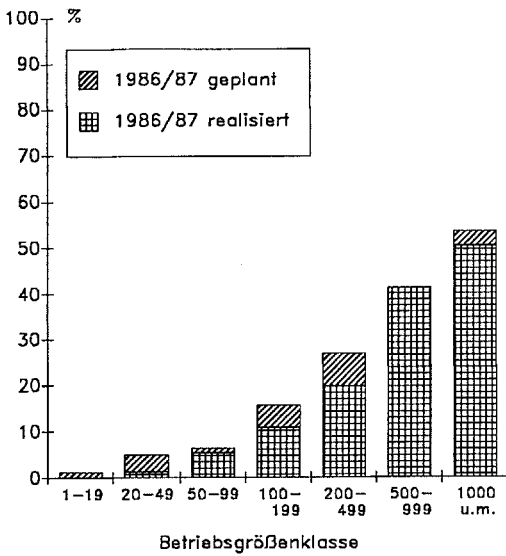


Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

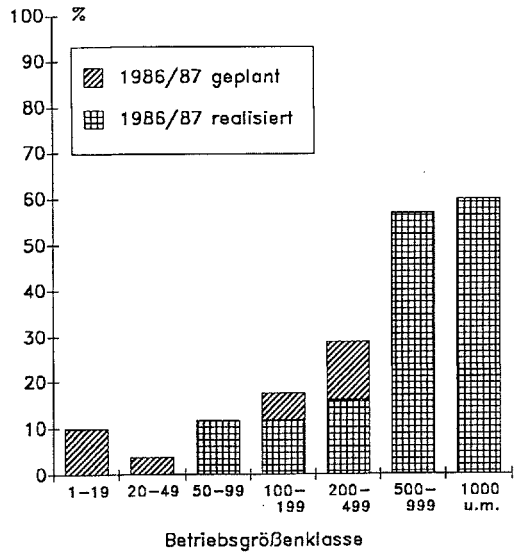
Bild 3.07: Einsatz von Flexiblen Fertigungssystemen (FFS)

Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmierl (1989): An der Schwelle zu CIM.

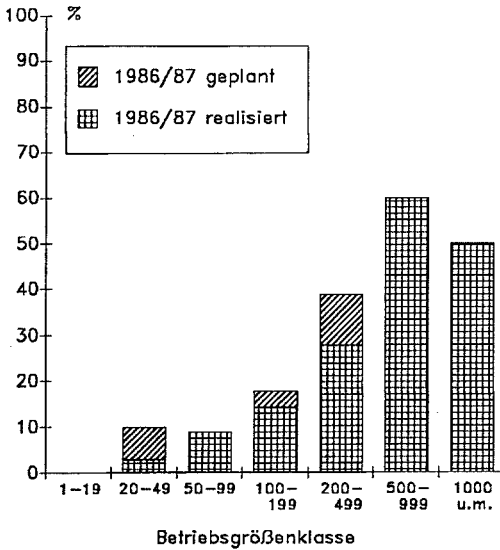
URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-100555>



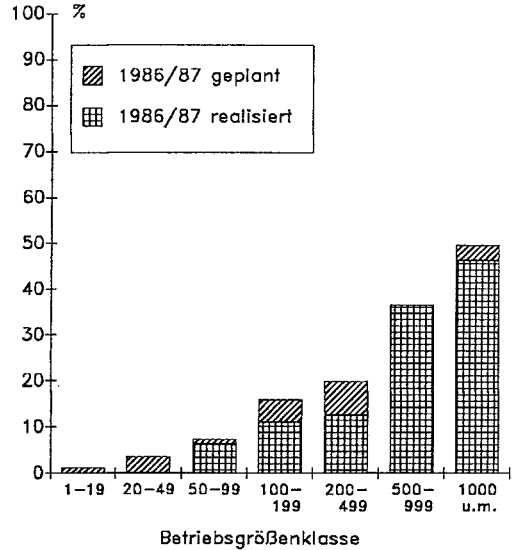
Maschinenbau (N = 572)



Elektrotechnik (N = 134)



Eisen-, Blech-, Metallwaren (N = 180)



Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)

Bild 3.08: Einsatz von Handhabungsgeräten/Industrierobotern (IR)

Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmiel (1989): An der Schwelle zu CIM.

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-10055>

(4) Die auf **Transport, Montage und Teilehandhabung** gerichteten Automatisierungstechniken werden ebenfalls bereits in einigen wenigen kleineren Betrieben (mit mindestens 20 Beschäftigten) eingesetzt; die Anwenderquoten liegen aber bei den Großbetrieben deutlich höher: bei Handhabungsgeräten/Industrierobotern bei 50 %, bei automatischen Lagersystemen bei 45 %, bei Montagesystemen bei ca. 30%.

Für **Handhabungsgeräte/Industrieroboter** ergibt sich bei den drei näher untersuchten Industriebranchen eine relativ ähnliche Struktur der Verbreitung. Nur bei den größeren Betrieben nähert sich die Nutzerquote der 50%-Marke, bei kleineren bleibt sie auch bei Berücksichtigung der Planungen deutlich darunter. Auch bei dieser Technik sind in absehbarer Zeit nur vergleichsweise geringe Quoten neuer Erstanwender zu erwarten; vor allem bei größeren Betrieben scheint – in diesem eingeschränkten Sinne – für die nächsten Jahre eine Art Sättigungsgrenze erreicht (was ja nicht heißt, daß nicht bei den derzeitigen Anwendern der Bestand an diesen Geräten noch erheblich ausgeweitet werden könnte) (**Bild 3.08**).

Insgesamt ergibt sich sehr deutlich das Bild, daß die Anwendung einzelner Computertechniken mit der Betriebsgröße stark zunimmt, daß aber die Abstände in den Anwenderquoten je nach Funktionsbereich bzw. Einzelsystem recht unterschiedlich deutlich ausfallen. Sowohl bei den Büro- und Verwaltungsfunktionen als auch in den werkstattbezogenen Automatisierungstechniken liegen die Kleinbetriebe gegenüber den größeren nicht so weit zurück, wie dies bei der EDV-Anwendung in den produktionsnahen Diensten der Fall ist. Dies hat sicherlich damit zu tun, daß produktionsvorbereitende und -kontrollierende Funktionen in kleineren Betrieben weniger stark ausgegliedert und eigenen Abteilungen zugewiesen sind, wie dies bei größeren, stärker arbeitsteilig organisierten Betrieben der Fall ist.

Im übrigen erklärt der Betriebsgrößeneffekt sicherlich einen Teil der zwischen den Branchen beobachteten Unterschiede im Verbreitungsgrad von Mikroelektronik-Anwendungen. So weist etwa die fast überall eine Spitzenstellung einnehmende elektrotechnische Industrie deutlich die höchsten Anteile von Betrieben mit mindestens 500 bzw. mindestens 1.000 Beschäftigten sowie einen unterdurchschnittlichen Anteil von Kleinbetrieben auf. Im Stahl- und Leichtmetallbau sowie in den zusammengefaßten sonstigen Branchen der Investitionsgüterindustrie ist dagegen beispielsweise der Anteil der Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten mit mehr als 50 % besonders hoch.

Daneben gibt es aber auch Unterschiede zwischen den Branchen, die wohl stärker mit der Art der Produkte, den Produktionsverfahren in Fertigung und Montage sowie den je spezifischen Marktbedingungen zu tun haben. Die betriebsgrößenunabhängigen verschiedenen Verbreitungsquoten etwa bei CAQ-Systemen, CNC-Werkzeugmaschinen oder flexiblen Fertigungssystemen sind deutliche Hinweise auf die Bedeutung solcher Faktoren.

3.2 Zum Zusammenhang zwischen Betriebsgröße, Branche und Produktionsstrukturen

Neben der Betriebsgröße und Branche – und nicht ganz unabhängig davon – spielen für die Frage des Computereinsatzes sicherlich die Art der Produkte, die Charakteristiken des Absatzmarktes und der Organisation des betrieblichen Produktionsprozesses eine wichtige Rolle. Dies gilt allerdings vermutlich weniger hinsichtlich der Büro- und Verwaltungsfunktionen (wie Buchhaltung oder Lohn-/Gehaltsabrechnung), die in nahezu jedem Betrieb anfallen und – soweit nicht externe Dienstleistungen beansprucht werden – ein mehr oder weniger geeignetes Feld des Rechnereinsatzes darstellen; es dürfte aber für die näher am Produktionsprozeß liegenden Funktionen bestimmend sein. Daß Produkte und die Art ihrer Herstellung Einfluß auf den Einsatz computergestützter Techniken haben, wurde bereits an verschiedenen Beispielen belegt – so etwa an der besonders weiten Verbreitung von CNC-Maschinen im Maschinenbau. Insoweit sich Branchen über die Art ihrer Produkte definieren und diese wiederum bestimmte Fertigungsverfahren notwendig machen, sind solche Zusammenhänge zu erwarten.

Allerdings weisen die Betriebe einzelner Branchen – auch unabhängig von Betriebsgrößeneffekten – nur in eingeschränktem und unterschiedlichem Maße ähnliche Produktionsbedingungen auf.⁷⁾ Dementsprechend zeigt sich auch, daß sich die einzelnen Branchen nach den in der Erhebung erfaßten produkt- und produktionsstrukturellen Indikatoren (Erzeugnispektrum, Erzeugnisart, Fertigungsart und Fertigungsorganisation) in unterschiedlichem Ausmaß als homogen darstellen. Branche und Betriebsgröße allein sind demnach nur unzureichende Indikatoren zur Charakterisierung des betrieblichen Produktionsprozesses. Dennoch lassen sich für die einzelnen Branchen bestimmte typische Konstellationen ausmachen (Tabelle 3.03).

Auf 50 % der **Maschinenbaubetriebe** trifft zu, daß sie (1) nach dem Werkstattprinzip fertigen, (2) Einzelstücke bzw. kleine Serien von (3) Produkten mit zumeist komplexer Struktur als Programmserzeugnisse mit (4) kundenspezifischer Variation oder nach Kundenspezifikation herstellen.

Der **Stahl- und Leichtmetallbau** ist ähnlich dem Maschinenbau strukturiert, mit dem Unterschied, daß diese Branche den zweithöchsten Anteil (21 %) aller Betriebe in der Investitionsgüterindustrie aufweist, die einteilige Erzeugnisse herstellt. Der sich damit ergebende (Ideal-) Typus findet sich bei 43 % der Betriebe.

7) Im übrigen gibt es bekanntermaßen bei vielen – vor allem größeren – Betrieben durchaus Probleme der Zuordnung zu einer einzigen Branche; selbst wenn die Dominanz einer Branchenzugehörigkeit eindeutig gegeben ist, können für verschiedene Teile eines Betriebs unterschiedliche Produktionsstrukturen (etwa der Elektrotechnik, des Maschinenbaus) prägend sein.

Tabelle 3.03: Produkt- und Fertigungsstrukturen des Hauptproduktes nach Branchen
(Investitionsgüterindustrie – Angaben in %)

	Branchen					
	Maschinenbau	Elektrotechnik	EBM-waren	Stahlbau etc.	Sonst. Inv.güter-industrie	Inv.güter-industrie insgesamt
Basis gewichtet	320	201	144	91	340	1.096
Erzeugnisspektrum						
Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	42,8	51,7	27,9	65,7	53,8	47,7
Programmerzeugnisse mit kundenspezif. Variation	35,7	16,3	14,5	13,2	18,1	22,1
Standarderzeugnisse mit Varianten	19,6	27,0	42,6	17,4	23,7	25,1
Standarderzeugnisse ohne Varianten	1,8	5,0	15,0	3,7	4,4	5,1
Erzeugnisstruktur						
einteilige Erzeugnisse	16,6	12,7	36,7	20,9	36,2	24,8
mehnteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	24,3	34,7	44,1	28,4	23,7	29,1
mehnteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur	59,0	52,5	19,2	50,6	40,2	46,1
Fertigungsart						
Einmalfertigung	19,8	8,6	2,2	34,7	9,6	13,6
Einzel- und Kleinserienfertigung	57,5	49,8	18,9	36,6	43,9	45,9
Mittel- und Großserienfertigung	18,3	31,4	53,5	15,3	36,1	30,5
Massen-/Prozeßfertigung	4,3	10,2	25,3	3,5	10,4	9,9
Fertigungsorganisation						
Linienfertigung	15,6	32,9	49,7	23,0	29,3	27,5
Werkstattfertigung	71,1	49,7	37,1	65,2	52,5	56,6
Fertigungsinseln	4,4	12,8	11,7	8,3	10,7	9,1
Mischformen	8,9	4,6	5,8	3,5	7,5	6,8

Die **elektrotechnische Industrie** stellt sich, bezogen auf die Produkt- und Fertigungsstruktur, als inhomogenste aller hier ausgewiesenen Einzelbranchen dar, weshalb eine Charakterisierung des typischen Betriebs wenig Sinn macht. Hervorzuheben ist, daß die elektrotechnische Industrie mit 13% der Betriebe den niedrigsten Anteil von Erzeugern einteiliger Produkte aufweist, und mit 13% den höchsten Anteil an Betrieben hat, die ihre Fertigung in Form von Fertigungsinseln organisiert haben.

Der typische Betrieb in der **EBM-Industrie** stellt (1) mehrteilige einfache bzw. einteilige (2) Standarderzeugnisse mit und ohne Varianten in (3) Massen- oder Groß-/Mittelserienfertigung her und hat (4) seine Produktion als Linienfertigung organisiert. Auch wenn „nur“ jeder fünfte Betrieb diesem (Ideal-)Typus entspricht, so charakterisieren die einzelnen Ausprägungen der aufgeführten Variablen doch die EBM-Industrie als Ganzes.

Ebenso wie die Indikatoren Branche und Betriebsgröße nicht unabhängig voneinander variieren, sondern z.B. bestimmte Industriezweige eine typische Betriebsgrößenstruktur aufweisen, lassen sich auch über die Branchen hinweg gewisse Betriebsgrößeneffekte der produkt- und fertigungsstrukturellen Merkmale nachweisen (**Tabelle 3.04**).

So nimmt der Anteil von Betrieben, die komplexe Erzeugnisse fertigen, ebenso mit der Betriebsgröße zu, wie der Anteil der Massen- bzw. Groß-/Mittelserienfertiger und der Betriebe, die ihre Produktion als Linienfertigung organisiert haben. Lediglich das Erzeugnispektrum variiert offensichtlich nicht linear mit der Betriebsgröße.

Die skizzierten Zusammenhänge zwischen Betriebsgröße und Charakteristiken von Produktspektrum und Produktionsstrukturen bestehen mehr oder weniger ähnlich auch innerhalb der vier hier ausgewiesenen Einzelbranchen.

Tabelle 3.04: Produkt- und Fertigungsstrukturen des Hauptproduktes nach Betriebsgrößenklassen
(Investitionsgüterindustrie – Angaben in %)

	Betriebsgrößenklasse (Beschäftigtenzahl)							
	1-19	20-49	50-99	100-199	200-499	500-999	1000+	insges.
Basis gewichtet	65	437	247	155	115	42	35	1.096
Erzeugnisspektrum								
Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	40,2	49,1	50,0	43,5	51,8	43,5	38,7	47,7
Programmerzeugnisse mit kundenspezifischer Variation	20,1	20,7	21,5	23,8	22,2	25,3	34,1	22,1
Standarderzeugnisse mit Varianten	30,2	25,9	22,8	25,7	24,0	24,3	23,9	25,1
Standarderzeugnisse ohne Varianten	9,5	4,3	5,7	7,0	2,0	7,0	3,2	5,1
Erzeugnisstruktur								
einteilige Erzeugnisse	33,8	29,3	23,2	21,6	19,6	3,6	20,7	24,8
mehnteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	40,4	26,8	29,0	31,0	29,2	35,8	21,1	29,1
mehnteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur	25,8	43,9	47,8	47,4	51,2	60,6	58,2	46,1
Fertigungsart								
Einmalfertigung	19,5	14,4	14,4	10,7	12,4	15,6	2,8	13,6
Einzel- und Kleinserienfertigung	52,5	46,8	49,4	46,1	42,0	35,9	28,6	45,9
Mittel- und Großserienfertigung	20,3	29,9	27,0	33,8	38,4	25,6	48,6	30,5
Massen-/Prozessfertigung	7,2	8,9	9,7	9,8	7,5	23,9	21,3	9,9
Fertigungsorganisation								
Linienfertigung	22,2	22,5	30,7	30,5	33,4	36,7	31,2	27,5
Werkstattfertigung	71,8	60,8	57,7	53,7	47,4	44,6	27,9	56,6
Fertigungsinseln	0,5	11,6	6,8	10,1	8,9	7,6	8,4	9,1
Mischformen	5,5	5,1	4,8	5,7	2,3	10,1	32,5	6,8

3.3 Produkt- und Produktionsstrukturen

Im folgenden soll nun analysiert werden, inwieweit der Einsatz verschiedener computergestützter Techniken über die jeweils spezifische Ausprägung der Produkt- und Fertigungsstrukturen erklärt werden kann.

Dabei beziehen sich die Analysen und Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Produkt- und Fertigungsstruktur und dem Einsatz computergestützter Techniken aus methodischen Gründen ausschließlich auf das Hauptprodukt bzw. die Hauptproduktgruppe⁸⁾ der Betriebe, obwohl natürlich der (Erst-)Einsatz computergestützter Techniken nicht unbedingt im Kontext der Fertigung des Hauptprodukts erfolgen muß. Wie insbesondere die näheren Recherchen in einzelnen Betrieben gezeigt haben, kann die Einführung computergestützter Techniken durchaus auch entlang einer Produkt-„Nebenlinie“ beginnen, in der sich der Einsatz von EDV-System aus verschiedensten Gründen eher anbietet (etwa wegen Überwindung von Engpässen bei bestimmten Vorprodukten, oder wegen Begrenzung der Implementationsrisiken bei der Informatisierung auf einen kleineren Betriebsbereich, oder wegen der gezielten Ansammlung von Anwenderwissen für die spätere Computerisierung der „Hauptproduktlinie“).

Fast die Hälfte der mit der Erhebung erfaßten Betriebe in der Investitionsgüterindustrie stellen mindestens drei Produktarten/Produktgruppen her, etwa je ein Viertel haben zwei bzw. nur eine Produktart/-gruppe angegeben.

Die genannte Möglichkeit des Ersteinsatzes computergestützter Techniken in „Nebenlinien“ des betrieblichen Produktionsprozesses trifft u.a. auf die meist größeren Betriebe zu, die die Herstellung ihrer Erzeugnisse oder Produktgruppen technisch-organisatorisch in verschiedenen, auch räumlich getrennten Produktionslinien betreiben. Allgemein betrifft diese Möglichkeit u.a. die Techniken in der Produktion (Fertigungswerkstätten, Montage), weniger jene der Peripherie (bis hin zu Konstruktion und Entwicklung). Keinen Einfluß hat dies auf den Einsatz der weitgehend produkt- und fertigungsstrukturell indifferenten Systeme in Büro und Verwaltung.

3.3.1 Computereinsatz und Erzeugnisspektrum

Hinsichtlich der meisten in Frage kommenden Einzelfunktionen lassen sich keine Hinweise auf einen Einfluß des betrieblichen Erzeugnisspektrums auf den bereits realisierten oder geplanten Computereinsatz erkennen. Die wenigen Ausnahmen beziehen sich auf CNC-Werkzeugmaschinen und sonstige CNC-Maschinen, CAD-Systeme sowie automatische Montagesysteme.

8) In der Erhebung wurden die Fragen zu den Erzeugnischarakteristiken und der Fertigungsstruktur für die drei wichtigsten Produkte bzw. Produktgruppen (nach Umsatz) je Betrieb gesondert abgefragt. Bei manchen Betrieben wurde damit das gesamte Produktspektrum erfaßt, bei anderen war dies – wegen zu großer Vielfalt – nicht möglich.

(1) Bei bestimmten computergestützten Techniken – primär den CNC-Werkzeugmaschinen und sonstigen CNC-Maschinen – scheinen die signifikanten Unterschiede zwischen den Herstellern standardisierter Erzeugnisse einerseits, die diese Techniken unterdurchschnittlich häufig einsetzen, und jenen von Programmiererzeugnissen mit kundenspezifischer Variation bzw. nach Kundenspezifikation andererseits, vor allem dem hier hauptsächlich vertretenen Maschinenbau geschuldet zu sein, der immerhin in fast 60% der Betriebe CNC-Werkzeugmaschinen einsetzt und für den das letztgenannte Erzeugnisspektrum besonders typisch ist (**Bild 3.09**).

(2) Deutliche, wenn auch eher unerwartete Unterschiede ergeben sich beim Einsatz von CAD-Systemen zwischen Betrieben mit unterschiedlichem Erzeugnisspektrum.

Der höchste Anteil von CAD-Anwendern (21%) und -planern (knapp 21%) ist bei den Betrieben mit Programmiererzeugnissen mit kundenspezifischer Variation zu finden; der zweithöchste Anwenderanteil (mit ca. 17%) bei den Betrieben mit kundenspezifischen Erzeugnissen. Während im ersten Fall der CAD-Einsatz recht plausibel ist, insofern es sich im weitesten Sinne um Variantenkonstruktionen handelt, scheint eine breitere Nutzung von CAD-Systemen bei Herstellern kundenspezifischer Erzeugnisse – angesichts der bislang am deutlichsten herausgestellten Rationalisierungspotentiale dieser computergestützten Technik – auf den ersten Blick hin eher unwahrscheinlich (**Bild 3.10**).

Abgesehen davon, daß sich der CAD-Einsatz bei diesen Betrieben auch auf andere Produktlinien beziehen könnte⁹⁾, war bei den betrieblichen Einzelrecherchen zu erfahren, daß bei Herstellern von Programmiererzeugnissen mit kundenspezifischer Variation insbesondere „die Berechnungsfunktionen“ von CAD-Systemen (z. B. Kurvenberechnung) genutzt werden und zu meist nur die Konstruktion von Einzelkomponenten komplexer Gesamtprodukte mittels CAD vorgenommen wird. Die Komplettkonstruktion mittels CAD wäre bei minimaler Verwendung standardisierter, d.h. immer wiederkehrender Teile der herkömmlichen Konstruktion nicht überlegen, eine datentechnische Speicherung bei stark kundenspezifischen Konstruktionen kaum sinnvoll. Vor diesem Hintergrund, so wurde berichtet, gehe man zu erwartenden Akzeptanzproblemen lieber aus dem Weg.

9) Generell kann der Einsatz der verschiedenen Computertechniken nicht einer bestimmten Produktlinie zugeordnet werden: eine solche detaillierte Erfassung hätte das Erhebungsinstrument bei weitem überfordert.

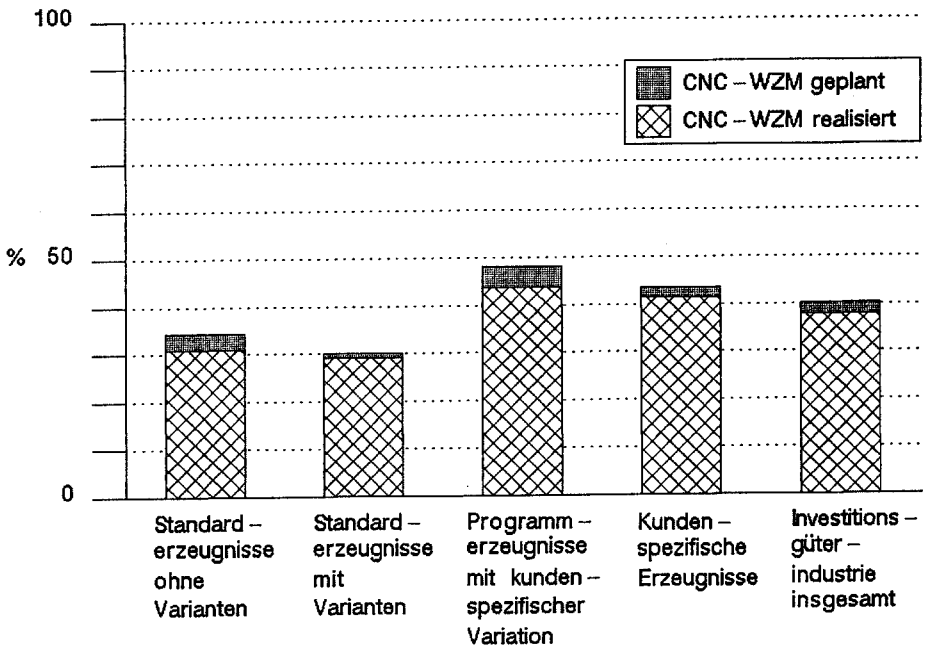


Bild 3.09: Erzeugnisspektrum und CNC-Werkzeugmaschineneinsatz

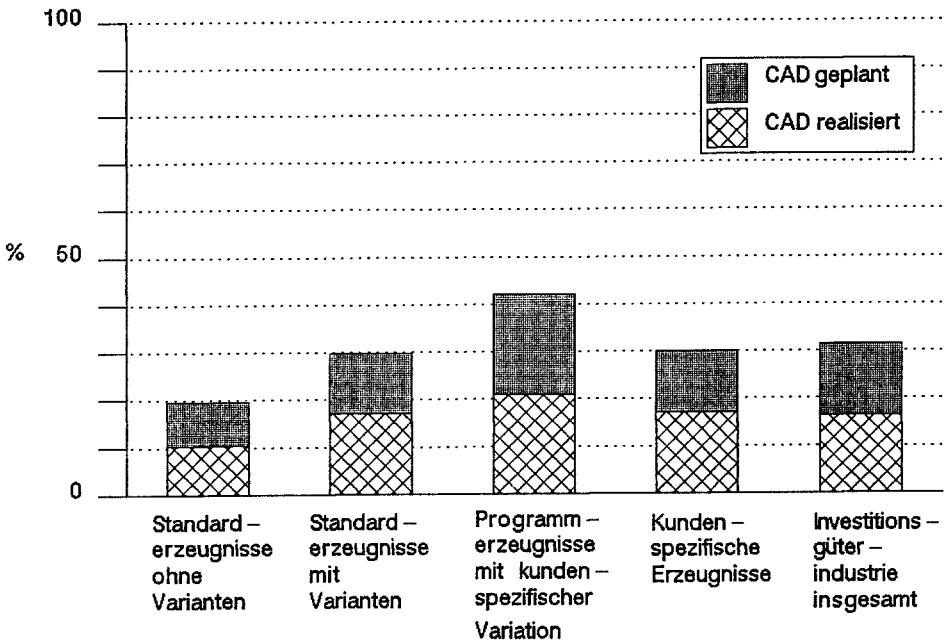


Bild 3.10: Erzeugnisspektrum und CAD-Einsatz

Eine solche „selektive“ Verwendung von CAD-Funktionen ergibt jedoch für den Betrieb insofern (abgeleitete) Rationalisierungsmöglichkeiten, als sich einerseits aus den genaueren Berechnungen Qualitätsverbesserungen ergeben (können) und auch Einsparungen von Korrektur- bzw. Nacharbeiten in der Produktion.¹⁰⁾

Angetroffen wurde auch ein Betrieb mit kundenspezifischer Fertigung, der die gesamte Konstruktion seiner Erzeugnisse mittels CAD vornimmt (wobei an eine Übernahme alter Konstruktionszeichnungen in das System erst bei jeweiliger Wiederverwendung gedacht ist). Als Begründung wurde u.a. genannt, daß damit der Anteil der aufgrund der räumlichen Trennung von Konstruktions- und Produktionsabteilung vorkommenden „nicht produktionsgerechten“ Konstruktionen gemindert werden könnte, da dann in den Zweigbetrieben (auch von Seiten der Arbeitsvorbereitung) direkt auf und in den Konstruktionsvorgang eingegriffen werden könnte (Fall 29).

Diese Sachverhalte weisen darauf hin, daß sich der Nutzen von CAD-Systemen bei kundenspezifischer Produktion (gegenüber ihrer Verwendung bei der Produktion von Standarderzeugnissen mit Varianten) weniger deutlich in der Konstruktion und Entwicklung selber als in den der Konstruktion nachgelagerten Bereichen zeigt. Aus dieser spezifischen Situation ergibt sich dann ein zusätzlicher Antrieb zur Vernetzung des CAD-Systems mit computergestützten Funktionen der Arbeitsplanung bzw. Fertigung.

Faßt man den 1986/87 schon vorhandenen Einsatz mit den erst geplanten CAD-Systemen zusammen, so ergibt sich – sofern die Planung realisiert wird – für Anfang der 90er Jahre mit ca. 30% CAD-Anwendern bei den Herstellern von Standarderzeugnissen mit Varianten ein etwa ebenso hoher Verbreitungsgrad wie bei den Herstellern von kundenspezifischen Erzeugnissen.

(3) Deutliche Unterschiede lassen sich beim Einsatz **automatischer Montagesysteme** zwischen Betrieben mit unterschiedlichem Erzeugnisspektrum feststellen; diese sind weitgehend durch die technisch-ökonomische Kosten-Nutzen-Relation zu erklären. So weisen die Hersteller von Standarderzeugnissen ohne Varianten mit gut 11% den höchsten Anteil von Betrieben auf, die automatische Montagesysteme einsetzen; Hersteller von Standarderzeugnissen mit Varianten liegen mit knapp 8% auf dem zweiten Platz (**Bild 3.11**). Hersteller von Programmiererzeugnissen und kundenspezifischen Erzeugnissen liegen mit 3% bzw. rund 4% etwas unter dem Durchschnitt der gesamten Investitionsgüterindustrie mit etwas mehr als 5%. Diese setzen automatische Montagesysteme dann ein, wenn es sich bei dem Erzeugnis um größere Stückzahlen handelt (vgl. zum Zusammenhang zwischen Seriengröße und Montagesystemen auch Absatz 3.3.3).

10) Im übrigen wird hier – ausgehend von der selektiven Nutzung von CAD – eher die „vertikale“ Vernetzung mit CAP bzw. CAM in Gestalt der Geometriedatenweitergabe angestrebt, als eine Vernetzung mit PPS-Systemen.

Exemplarisch dafür dürfte der Fall eines elektrotechnischen Betriebes sein, der für seine Programmerzeugnisse mit kundenspezifischer Variation im Bereich kleiner Serien und bei kundenspezifischen Erzeugnissen bewußt auf den Einsatz automatischer Montagesysteme verzichtet, dort vielmehr auf das Flexibilitätspotential der Arbeitnehmer setzt und nur große Serien weitgehend automatisiert produziert (Fall 40, 600 Beschäftigte).

3.3.2 Computereinsatz und Erzeugnisstruktur

Wie bereits für das Erzeugnisspektrum gilt auch für die Erzeugnisstruktur, daß bezüglich des Einsatzes der allermeisten computergestützten Techniken kaum Unterschiede im Verbreitungsgrad erkennbar sind. Insbesondere fehlen weitgehend lineare Zusammenhänge dergestalt, daß mit steigender Komplexität der Erzeugnisse der Anteil der Anwendung computergestützter Techniken eindeutig steigt bzw. abnimmt.

Empirisch festzustellende Zusammenhänge, wie z. B. zwischen CAD-Einsatz und Erzeugnisstruktur (23,6% der Hersteller komplexer Produkte setzen CAD ein gegenüber 7,6% der Hersteller einteiliger Produkte), lassen sich dabei vor allem auf Betriebsgrößen- und Brancheneffekte zurückführen und inhaltlich begründen (**Bild 3.12**).

Typisch ist die Herstellung wenig komplexer Produkte für den Stahl- und Leichtmetallbau und die EBM-Industrie mit ihrem hohen Anteil an Kleinbetrieben sowie auch für Kleinbetriebe der übrigen metallverarbeitenden Branchen. Die oftmals mit der Größe einhergehende ökonomische Potenz muß damit als wesentlicher Faktor für den CAD-Einsatz angesehen werden. Hinzu kommt, daß sich die Betriebe mit einteiligen Erzeugnissen hinsichtlich der Erzeugnisart nicht von den Betrieben mit komplexen Erzeugnissen unterscheiden, so daß sich das „originäre“ potentielle CAD-Einsatzfeld – Standarderzeugnisse mit Varianten – auf durchschnittlich ein Viertel der Betriebe beschränkt. Weitere Faktoren, wie die Eingebundenheit in Lieferverflechtungen und damit die Fertigung nach extern, vom Abnehmer gelieferten Konstruktionszeichnungen dürften eine Rolle spielen, können jedoch im Rahmen dieser Untersuchung nicht quantifiziert werden. Explizit hingewiesen wurde jedoch auf die nutzungsbeschränkenden Folgen bei den Abnehmern durch die geringe Verbreitung von CAD bei kleineren Zulieferbetrieben. Die Effizienz des CAD-Einsatzes bei den Abnehmern könnte durch die direkte Übernahme (mittels tape-files) der Konstruktionszeichnungen und Stücklisten durch die Zulieferbetriebe erheblich gesteigert werden und somit zusätzliche Rationalisierungspotentiale erschließen.

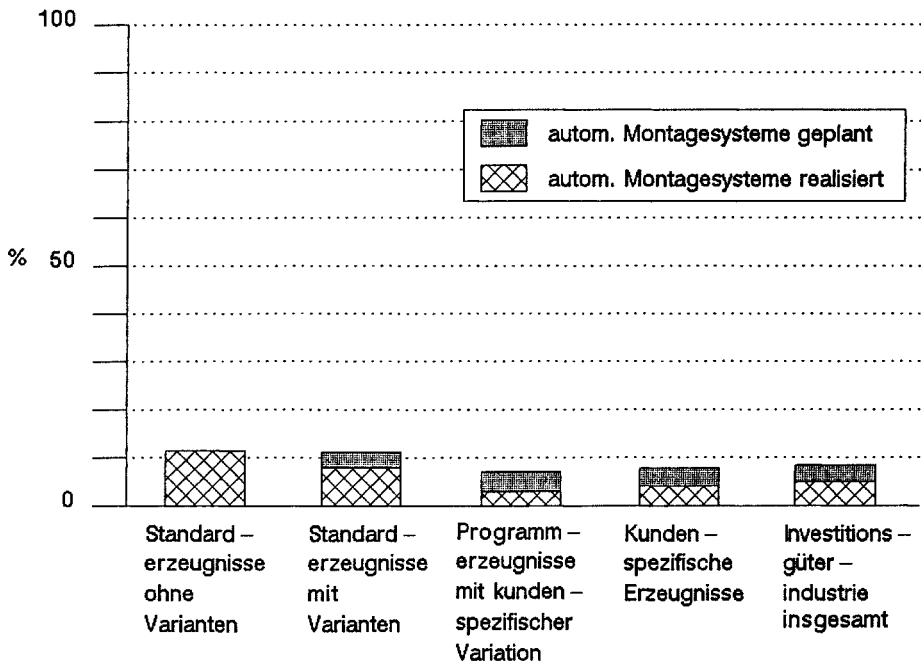


Bild 3.11: Erzeugnisspektrum und Einsatz automatischer Montagesysteme

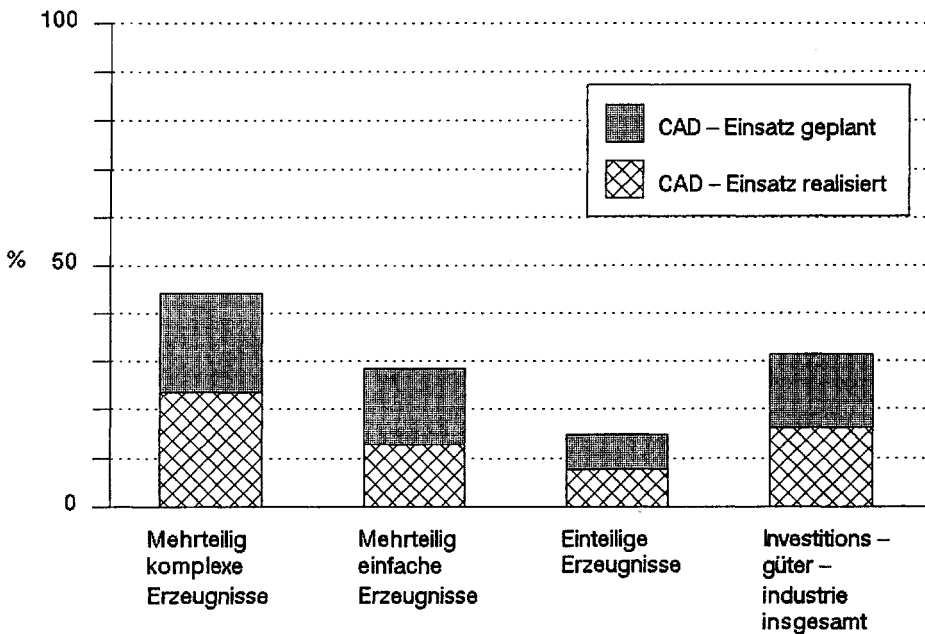


Bild 3.12: Erzeugnisstruktur und CAD-Einsatz

3.3.3 Computereinsatz und Fertigungsart

Mit der Variablen „Fertigungsart“ werden hier vor allem die unterschiedlichen Serien- oder Losgrößen in der Produktion erfaßt. Hier zeigen sich vor allem relativ deutliche Unterschiede und ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen der Zunahme der Seriengröße und dem Anteil der Anwender von PPS-Systemen.

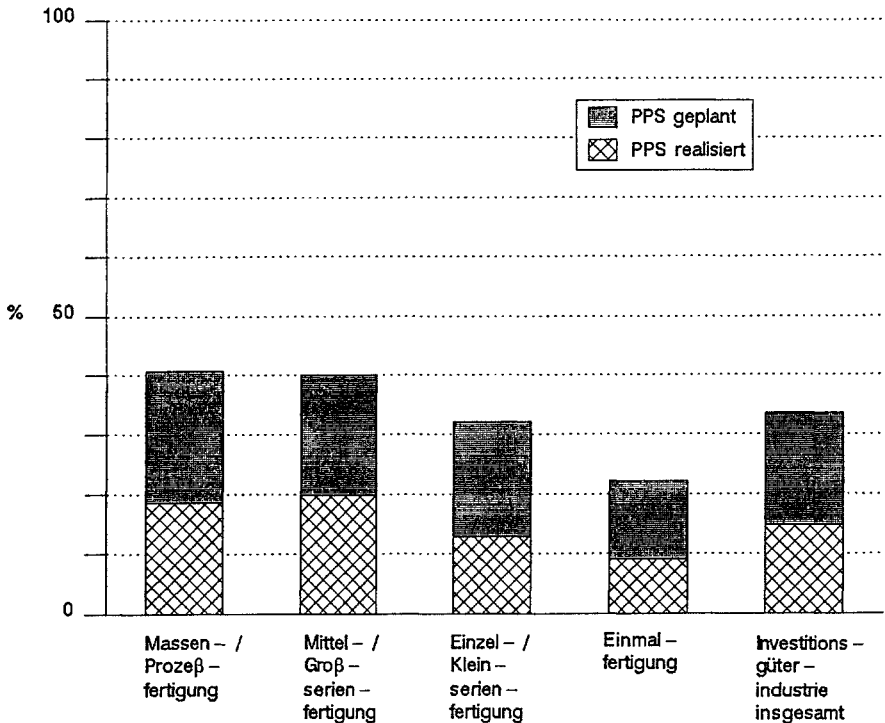


Bild 3.13: Fertigungsart und PPS-Einsatz

(1) Faßt man realisierten und geplanten Einsatz zusammen, so weisen die Massenfertiger mit knapp 40% den höchsten Anteil an (potentiellen) PPS-Anwendern auf (etwa 19% sind bereits jetzt Anwender); mit rund 39% sieht bei den Herstellern großer und mittlerer Serien die Situation ganz ähnlich aus (hier haben knapp 20% ein PPS-System schon eingeführt); und die Einmalfertiger bilden mit gut 22% (und nur ca. 9% bereits praktizierenden Anwendern) das Schlußlicht (**Bild 3.13**).

Sicherlich ist auch hier von der Wirksamkeit eines Betriebsgrößeneffektes auszugehen, es dürften jedoch auch folgende produkt- und fertigungsorganisatorische Faktoren – in Verbindung mit technisch-organisatorischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten vom PPS-System – eine Rolle spielen: Große Serien von Erzeugnissen mit geringer Komplexität und tendenziell überschaubare Fertigungsstrukturen (wie die Linienfertigung) begünstigen den Einsatz von PPS-Systemen, da die Planungs- und Steuerungsan-

forderungen aufgrund einer geringeren Anzahl von Parametern und zu meist längeren Planungsintervallen weniger komplex sind.

Der genannte Zusammenhang zwischen Fertigungsart und PPS-Systemeinsatz wird auch durch einige weitere Ergebnisse der Erhebung gestützt: So stellen fast 70% der Massenfertiger und 65% der Mittel-/Großserienfertiger einteilige und einfache Produkte her; knapp 60% der Massenfertiger weisen Linienfertigung auf und nur 27% Werkstattfertigung. Innerhalb der Hersteller mittlerer bzw. großer Serien liegt der Anteil von Linienfertigern bei 55%, der von Werkstattfertigern bei 32%. Demgegenüber weisen fast 90% der Einmalfertiger Werkstattfertigung auf und über die Hälfte (52%) stellen komplexe Produkte her.

Wie im einzelnen noch zu zeigen, ist generell die große (Funktions-)Spannbreite der PPS-Systeme in den von uns genauer untersuchten Betrieben auffallend (vgl. dazu im einzelnen weiter unten Kapitel 6).

Vergleichbar deutliche Zusammenhänge, wie zwischen der Anwendung von PPS-Systemen und der Fertigungsart, lassen sich für die übrigen Techniken im Bereich der **produktionsnahen Dienste** nicht nachweisen.

(2) Dies gilt weitgehend auch für computergestützte Techniken in der **unmittelbaren Fertigung**. Für die meist geringen Unterschiede in der Verbreitung nach Seriengröße lassen sich keine unmittelbar evidenten technisch-organisatorischen bzw. ökonomischen Faktoren erkennen. Eine Ausnahme bildet allenfalls der Einsatz von **flexiblen Fertigungszellen** (FFZ), deren Anwenderanteil von rund 2% bei Einmalfertigern auf über 6% bei Massenfertigern kontinuierlich ansteigt.

(3) Deutlich anders stellt sich die Situation im Bereich **Transport-Montage-Teilehandhabung** dar. Hier ist sowohl beim Einsatz automatischer Montagesysteme, wie auch bei Industrierobotern und Handhabungsgeräten, ein (linearer) Zusammenhang dergestalt festzustellen, daß mit der Zunahme der Seriengrößen der Anteil der Anwender dieser Techniken steigt.

Der Anteil von Betrieben, die automatische Montagesysteme einsetzen, liegt bei den Massenfertigern bei etwa 20%, bei den Einzel-/Kleinserienfertigern bei gut 2%, bei den Einmalfertigern unter 1% (**Bild 3.14**).

Beim Einsatz von Industrierobotern ergibt sich in der Tendenz ein ähnliches Bild: knapp 16% der Massenfertiger setzen diese Technik ein, jedoch nur ca. 6% der Einzel-/Kleinserienfertiger und rund 3% der Einmalfertiger (**Bild 3.15**).

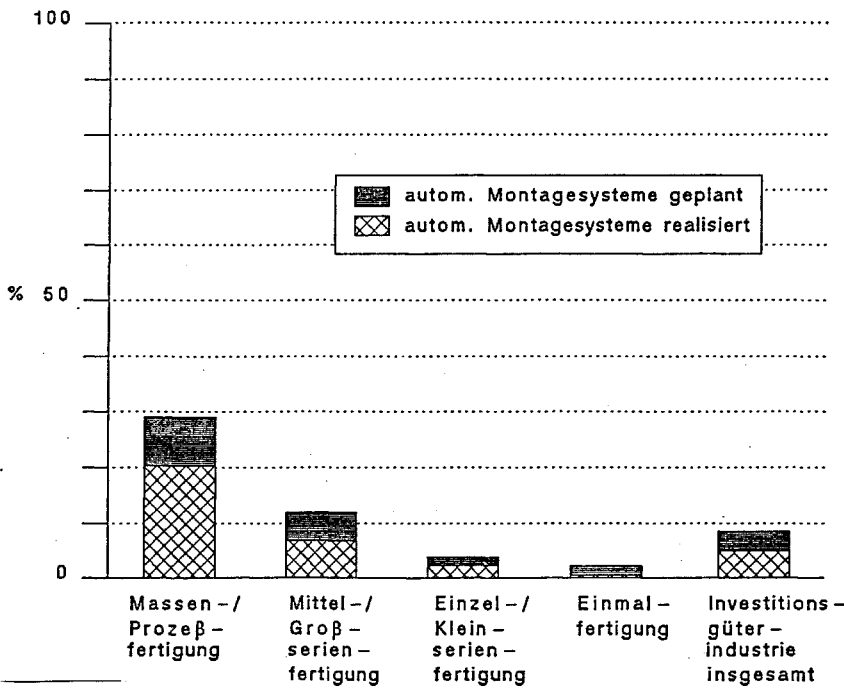


Bild 3.14: Fertigungsart und Einsatz automatischer Montagesysteme

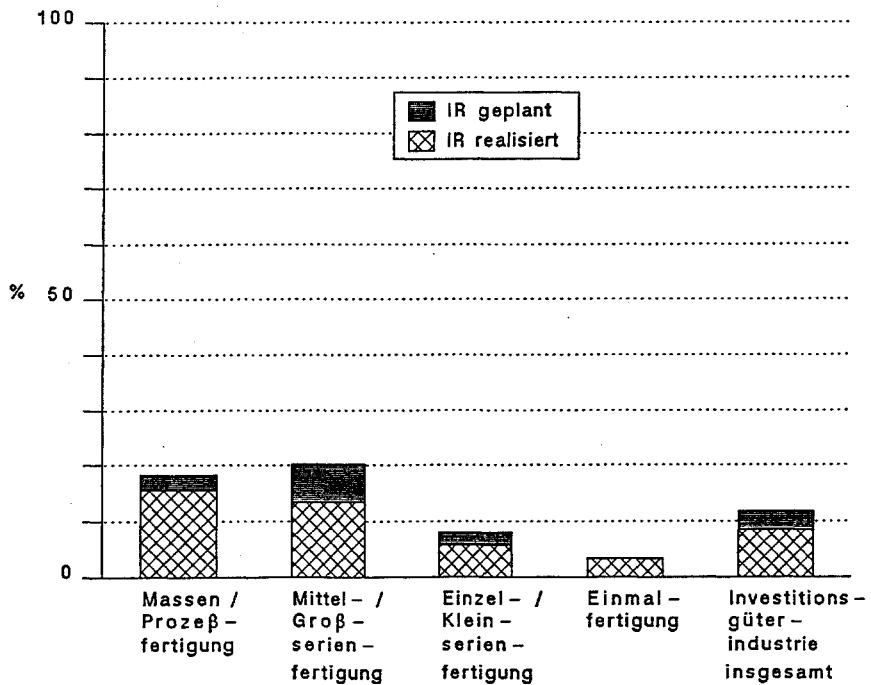


Bild 3.15: Fertigungsart und Einsatz von Industrierobotern und Handhabungsgeräten

Bei den Herstellern kleinerer Serien bzw. Lose sind die eingesetzten Industrieroboter vor allem in der Vorfertigung anzutreffen, insoweit die Betriebe aus gleichen oder ähnlichen Vorprodukten verschiedene Endprodukte fertigen. Von solchen Betrieben werden einige Hoffnung in PPS-Systeme gesetzt, die durch eine bessere Planung der Fertigungslose zu einer verbesserten ökonomischen Nutzung der vorhandenen bzw. noch zu beschaffenden Industrieroboter beitragen sollen.

Für beide Formen computergestützten Technikeinsatzes dürften ebenfalls die sich in den Branchen und Betriebsgrößenklassen widerspiegelnden produkt- und fertigungsstrukturellen Einflußgrößen in Verbindung mit technisch-ökonomischen Faktoren maßgeblich sein.

3.3.4 Computereinsatz und Fertigungsorganisation

Mit „Fertigungsorganisation“ ist hier erfaßt, inwieweit das (Haupt-)Produkt überwiegend in Linien- oder Werkstattfertigung bzw. innerhalb von Fertigungsinseln hergestellt wird.

Insgesamt überwiegt in den erfaßten Industriebetrieben mit fast 60% der Nennungen die Werkstattfertigung; es folgen Betriebe mit Linienfertigung (28%) und solche mit Fertigungsinseln (9%); bei rund 7% der Betriebe liegen Mischformen vor.

Weder der Einsatz computergestützter Techniken in Büro und Verwaltung, noch der in den produktionsnahen Diensten, zeigt deutliche Zusammenhänge gegenüber diesen Ausprägungen der Fertigungsorganisation.

Der geringe Einsatz diverser Einzeltechniken, wie z.B. BDE- und PPS-Systeme, in Betrieben mit Werkstattfertigung deutet darauf hin, daß für die Anforderungen dieser Betriebe an Planung, Steuerung und Kontrolle bislang keine ökonomisch vertretbaren Systeme angeboten werden bzw. daß den Betrieben Kenntnisse über solche Systeme fehlen.

Auch beim Technikeinsatz in der unmittelbaren Fertigung zeigen sich eher Betriebsgrößen- und Brancheneffekte, als solche, die auf die spezifische Fertigungsorganisation zurückgehen. So ist der Anteil **CNC-Werkzeugmaschinen** einsetzender Betriebe mit knapp 46% bei den Betrieben mit fertigungsorganisatorischen Mischformen am höchsten (in über 70% dieser Fälle ist jedoch immer Werkstattfertigung mit gegeben), gefolgt von Betrieben mit reiner Werkstattfertigung (41%). Dies deutet auf den starken Einfluß des Maschinenbaus hin, der sich durch einen überdurchschnittlichen Anteil von CNC-Werkzeugmaschinenanwendern und Werkstattfertigern auszeichnet (**Bild 3.16**).

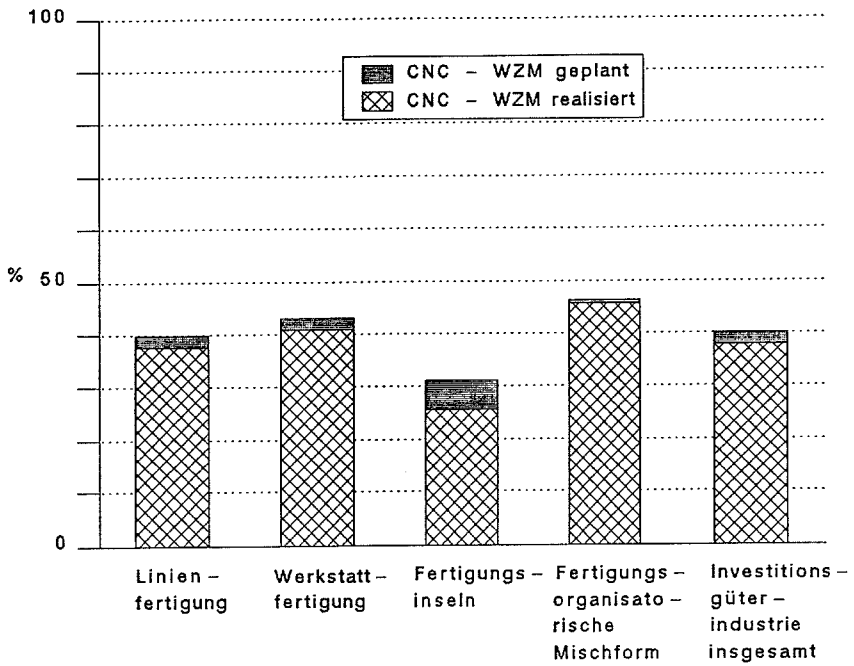


Bild 3.16: Fertigungsorganisation und Einsatz von CNC-Werkzeugmaschinen

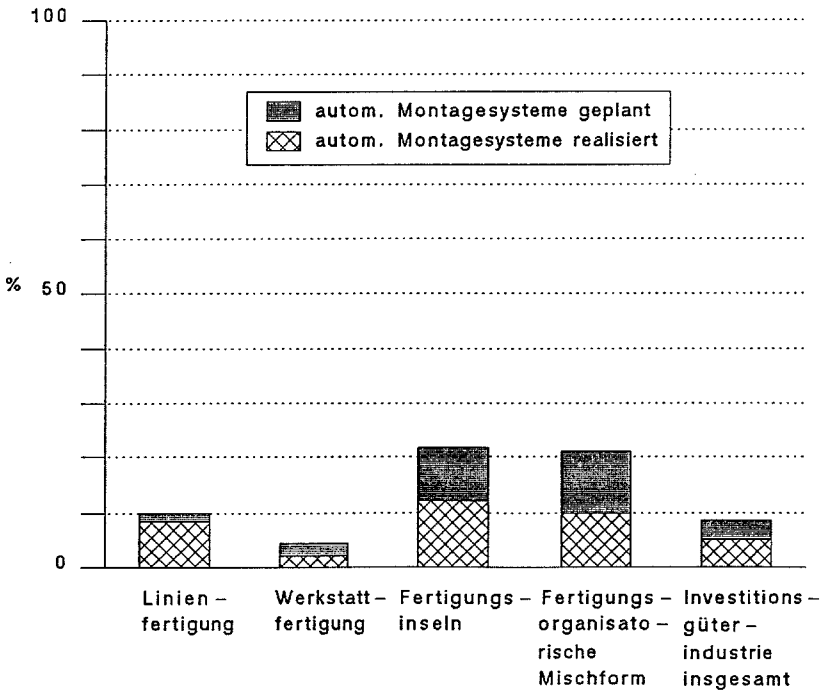


Bild 3.17: Fertigungsorganisation und Einsatz automatischer Montagesysteme

Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmierl (1989): An der Schwelle zu CIM.

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ss0ar-10055>

Für den Einsatz **automatischer Montagesysteme** scheint jedoch die Fertigungsorganisation ein originär bestimmender Faktor zu sein. Während nur etwa 2% der Betriebe mit reiner Werkstattfertigung automatische Montagesysteme einsetzen, sind es mehr als 8% bei den Linienfertigern, 10% bei den Betrieben mit fertigungsorganisatorischer Mischform und sogar rund 12% der Betriebe, die die Fertigung des Hauptprodukts ausschließlich in Form von Fertigungsinseln organisiert haben. Berücksichtigt man auch noch die Planungsabsichten, wird in absehbarer Zukunft bei den reinen Werkstattfertigern der Anteil an Betrieben mit automatischen Montagesystemen immer noch unter der 5%-Marke bleiben; hingegen wird diese Technik bei Betrieben mit fertigungsorganisatorischer Mischform und bei Fertigungsinsel-Betrieben jeweils zu über 20% Eingang gefunden haben (**Bild 3.17**). Ein Teil dieses Zusammenhangs erklärt sich sicherlich daraus, daß größere Betriebe der Elektrotechnik in der Gruppe der Betriebe mit Fertigungsinseln eine wichtige Rolle spielen.

Leider ist bei Fertigungsinsel-Betrieben anhand der vorliegenden Daten nicht auszumachen, ob dort dieses Modell der Fertigungsorganisation auch in der Montage – ergänzend oder dominant (so daß es dann besser Montageinseln hieße) – Anwendung findet, oder ob es auf die Fertigung im engeren Sinne begrenzt bleibt.

3.4 Zusammenfassung

Der vorstehende Versuch, mit Hilfe des Erhebungsmaterials die zentralen Bestimmungsfaktoren für den Einsatz computerisierter Systeme herauszuarbeiten, gibt insgesamt ein sehr differenziertes Bild.

Auf der einen Seite zeigt sich, daß die Betriebsgröße fast überall offensichtlich von zentraler Bedeutung für die Frage ist, ob ein Betrieb sich bereits der Computertechnik bedient oder diese demnächst einzusetzen beabsichtigt. Der Tendenz nach ist der Computereinsatz in einer Funktion um so wahrscheinlicher, je größer ein Betrieb ist. Dies deutet darauf hin, daß etwa die ausgeprägtere Ausdifferenzierung der innerbetrieblichen Organisation, die breitere Verfügbarkeit notwendiger Spezialkenntnisse oder die höhere Investitionskraft größerer Betriebe vielfach durchschlagen.

Auf der anderen Seite zeigen sich auch charakteristische Abweichungen von diesem Grundmuster, die auf das Gewicht von Faktoren verweisen, die mit der Art der hergestellten Produkte, mit der Struktur und Organisation des Produktionsprozesses oder mit spezifischen Marktbeziehungen zu tun haben.

Welches Faktorenbündel ausschlaggebend ist, bestimmt sich nicht zuletzt dadurch, wie spezifisch oder allgemein eine bestimmte Computertechnik einsetzbar ist. Dementsprechend ergeben sich je nach betrieblichem Funktionsbereich unterschiedliche Abhängigkeiten.

Bestimmend für den Einsatz vieler Computertechniken in **Büro und Verwaltung** ist aufgrund ihrer tendenziell generellen Nutzbarkeit vor allem die Betriebsgröße. Zusätzliche Merkmale, wie etwa der Status eines Betriebs als Zweigwerk, werden eine gewisse Rolle spielen, wenn beispielsweise in der Buchhaltung auf Computereinsatz (noch) verzichtet wird. Bei Einkauf, Verkauf, Materialwirtschaft ist die teilweise eher branchenabhängige Art der Marktbeziehungen von Bedeutung. Abhängigkeiten zu produkt- oder produktionsstrukturellen Faktoren sind dagegen kaum durchschlagend.

Sehr viel differenzierter ist das Bild beim EDV-Einsatz in den sog. **produktionsnahen Diensten** der Steuerung und Kontrolle des betrieblichen Produktionsprozesses. Zwar sind auch hier Betriebsgrößeneffekte nachweisbar (was sicherlich nicht zuletzt mit den hohen Kosten und Risiken der Einführung solcher Systeme zu tun hat), daneben spielen aber offensichtlich eher produktionsstrukturelle Faktoren eine wichtige Rolle, die stärker mit der Branche und der Fertigungsstruktur zu tun haben. So ist beispielsweise der PPS-Einsatz stark von den technisch-organisatorischen Anforderungen und Leistungen dieser Systeme geprägt und besonders attraktiv offensichtlich für Massen- bzw. Groß-/Mittelserienfertiger, die sich wiederum durch spezifische Erzeugnisstrukturen und fertigungsorganisatorische Prinzipien charakterisieren. Der höchste Anteil der CAD-Anwender findet sich dagegen nicht – wie angesichts der angepriesenen Vorteile dieser Systeme zu vermuten – bei den Herstellern von Standarderzeugnissen mit Varianten, sondern bei Betrieben mit stärker programmbezogener bzw. auf kundenspezifische Anforderungen ausgerichteter Produktion.

Die Verbreitung computergestützter Techniken in den **Fertigungswerkstätten** zeigt – wie zu erwarten – starke Abhängigkeiten von den produkt- und produktionsbezogenen Anforderungen unterschiedlicher Betriebe. Deutliches Beispiel dafür ist etwa die überdurchschnittlich weite Verbreitung von CNC-Werkzeugmaschinen im Maschinenbau. Diese Technik ist besonders auf die Bedürfnisse dieses Industriezweigs ausgelegt, was allerdings nicht heißt, daß sie nicht auch für manche Betriebe anderer Branchen – gegebenenfalls in Randbereichen ihrer Produktion – attraktiv wäre.

Auch beim Einsatz computergestützter Systeme in **Transport/Montage/Teilehandhabung** lassen sich neben bestimmten Branchen- und Betriebsgrößeneffekten Einflüsse spezifischer produkt- und produktionsstruktureller Bedingungen nachweisen. So ist etwa der höchste Anteil der Nutzer automatischer Montagesysteme bei Herstellern von Standarderzeugnissen in Massen- bzw. Großserienfertigung zu finden.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß das Profil der Betriebe, die bereits Computereinsatz praktizieren oder diesen planen, stark von den jeweiligen Funktionsbereichen bzw. computergestützten Einzeltechniken abhängt. Ganz offensichtlich ist die Gesamtsituation weniger durch eine Polarisierung zwischen Anwendern und Nicht-Anwendern von Computertechniken allgemein gekennzeichnet, als vielmehr durch eine stark funktionsabhängig-selektive Nutzung verschiedener Einzeltechniken und CIM-Komponenten durch die Betriebe.

4 Stand der computertechnischen Vernetzung im Überblick

4.1 Vernetzungsziele und Vernetzungslinien

Unter dem Kürzel CIM (Computer Integrated Manufacturing = computerintegrierte Fertigung) werden seit Jahren zahlreiche, im einzelnen recht unterschiedliche technische Konzepte und Strategien der betrieblichen Reorganisation in Richtung auf die „Fabrik der Zukunft“ diskutiert, deren gemeinsamer Nenner in einer verstärkten Nutzung der modernen daten- und informationstechnischen Geräte und softwaretechnischen Entwicklungen besteht. Dabei kann es etwa um eine daten- und transporttechnische Verknüpfung mehrerer computergesteuerter Bearbeitungsmaschinen auf Werkstattebene zu einem flexiblen Fertigungssystem ebenso gehen wie etwa um eine engere Verzahnung zwischen verschiedenen produktionsplanenden und kontrollierenden Funktionen eines Fabrikbetriebs.

Die mit diesen Konzepten verfolgten Zielsetzungen beziehen sich ganz allgemein auf eine bessere Planung, Steuerung, Nutzung und Kontrolle vorhandener Produktionskapazitäten, insbesondere auch unter den angesichts verschärfter Marktbedingungen wichtigen Aspekten der Rationalisierung, der Flexibilitätssteigerung und der Qualitätssicherung oder -verbesserung.

Vernetzungskonzepte können grundsätzlich auch über die Grenzen des Einzelbetriebs hinausweisen. Vor allem bei Betrieben, die in irgendeiner Weise zu einem Unternehmensverbund gehören, können die mit der computergestützten Integration verfolgten Ziele neben **innerbetrieblichen** auch das Einrichten **überbetrieblicher Vernetzungslinien** erfordern. Den Transfer von EDV-Daten – sei er nun on line oder off line – gibt es jedoch auch zu Kunden, Zulieferern, externen Dienstleistungsunternehmen usw..

Anstöße und konkrete Ansatzpunkte zur computergestützten Integration sind oft in bestimmten betrieblichen Problemsituationen und Engpässen zu suchen, die einen spezifischen Rationalisierungsdruck auslösen. Dabei dürften in der Regel Integrationslösungen erst dann verfolgt werden, wenn bereits Erfahrungen mit Computertechniken in Einzelfunktionen vorliegen. Wie im einzelnen noch zu zeigen, ist es aber – insbesondere bei kleineren Betrieben – durchaus auch möglich, daß von außen – etwa von wichtigen Kunden – relativ weitreichende informationstechnische Innovationen mehr oder weniger aufoktroiert werden.

Ebenso wie bei den computergestützten Einzeltechniken – und damit durchaus zusammenhängend – ist von einer großen Vielfalt der angestrebten oder teilrealisierten – jeweils in unterschiedlicher Weise durch spezifi-

spezifische betriebliche Bedingungen geprägten – integrierenden Lösungskonzepte auszugehen. CIM-Systeme existieren nicht als marktgängige Komplettangebote. Angeboten werden vielmehr Einzelsysteme und Teillösungen der Rechnerintegration, die in einem langwierigen und risikoreichen Prozeß wechselseitiger Anpassung an gewachsene betriebliche Strukturen in CIM-Perspektive zu verknüpfen sind.

Wie sieht es nun mit der tatsächlichen Verbreitung von Vernetzungslösungen aus?

Wir geben im folgenden zunächst einen kurzen Überblick zur Frage, welche Betriebe derzeit in der inner- oder überbetrieblichen Vernetzung aktiv sind (4.2), gehen dann etwas näher auf die verschiedenen Formen der überbetrieblichen Vernetzung ein (4.3) und versuchen schließlich, eine erste Übersicht anhand der Daten aus der Betriebserhebung über die Schwerpunkte innerbetrieblicher Vernetzung zu geben (4.4). Die folgenden Kapitel 5 bis 7 setzen sich dann detaillierter – u.a. unter Rückgriff auf die einzelbetrieblichen Recherchen – mit den derzeit beobachtbaren Integrationsstrategien auseinander.

4.2 Informationstechnische Vernetzung erst am Anfang

Anders als der EDV-Einsatz in einzelnen betrieblichen Funktionen steht der Prozeß der Einführung integrierter Rechneranwendungen in den Betrieben offensichtlich erst am Anfang. Erst relativ wenige Betriebe (9 %) haben 1986/87 mindestens eine **innerbetriebliche Vernetzung** – gleich welcher Art – bereits realisiert; schon beachtlicher ist jedoch die Zahl von Fällen, in denen für den Zeitraum 1988/90 eine Einführung vorgesehen ist (weitere 14 %). Die Relation zwischen realisiert und teilrealisiert bzw. geplant beträgt etwa 1:1,5. Die **Tabellen 4.01** bzw. **4.02** zeigen die Anteile der Betriebe nach Branchen bzw. Betriebsgrößenklassen, die zumindest eine der in der Erhebung erfaßten Vernetzungen 1986/87 eingesetzt haben oder bis Anfang der 90er Jahre zu realisieren planen.

Insgesamt ist es gut ein Fünftel der Betriebe der Investitionsgüterindustrie (und knapp ein Fünftel in den übrigen Branchen), das derzeit Lösungen innerbetrieblicher Vernetzung verfolgt. Die die 1986/87 bestehenden Planungen einbeziehende Anwenderquote liegt besonders hoch in der Elektrotechnik und auch im Maschinenbau, unterdurchschnittlich sind dagegen die anderen Branchen der Investitionsgüterindustrie vertreten (**Tabelle 4.01**).

Wie zu erwarten, zeigt sich auch hier ein sehr ausgeprägter Betriebsgrößeneffekt: Der Anteil der Betriebe, die computergestützte Integrationslösungen verfolgen, nimmt mit der Betriebsgröße sehr deutlich zu. Eher erstaunlich scheint, daß bereits ab einer Betriebsgröße von 500 Beschäftigten mehr als drei Viertel der Betriebe in der Vernetzung aktiv sind und auch in recht kleinen Betrieben – wenn auch nur vereinzelt – solche Systeme im Einsatz sind oder in naher Zukunft sein werden.

Tabelle 4.01: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche und überbetriebliche Vernetzung nach Branchen
 (Gesamtes Untersuchungsfeld, N = 1.285 – Investitionsgüterindustrie gewichtet – Angaben in %)

	Maschinenbau	Elektrotechnik	EBM-Waren	Stahlbau etc.	sonst. Inv.-güterind.	Inv.güter. ind. insg.	sonst. Branchen
Basis gewichtet	320	201	144	91	339	1.096	
(Basis ungewichtet)	(572)	(134)	(180)	(67)	(143)	(1.096)	(189)
Mindestens eine interne Vernetzung realisiert	12,1	18,3	6,1	6,7	2,4	9,0	7,9
Mindestens eine interne Vernetzung realisiert oder geplant	31,2	36,8	17,0	16,6	10,9	22,9	18,0
Mindestens eine externe Vernetzung realisiert	12,7	26,1	9,6	9,8	10,2	13,7	17,5
Mindestens eine externe Vernetzung realisiert oder geplant	24,1	37,8	22,3	21,2	25,9	26,7	31,7

Ein in der Grundstruktur ähnliches Bild ergibt sich bei der **überbetrieblichen Vernetzung**, wenn auch mit einigen charakteristischen Abweichungen. Auf den ersten Blick scheint die überbetriebliche Vernetzung etwas weiter verbreitet, als die innerbetriebliche: Mehr als ein Viertel der Betriebe der Investitionsgüterindustrie (und sogar fast ein Drittel in den übrigen Branchen) wird hier mindestens eine Verknüpfung im absehbaren Zeitraum von ca. zwei Jahren verwirklicht haben (1986/87 bereits ca. 14 % bzw. 17 % realisiert). In stärkerem Maße als bei der innerbetrieblichen Vernetzung sind hier aber neben on line- auch off line-Verbindungen erfaßt. Vermutlich handelt es sich in vielen Fällen um den Austausch EDV-erstellter Datenträger.

Tabelle 4.02: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche und überbetriebliche Vernetzung nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)
(Investitionsgüterindustrie, N = 1.096 – gewichtet – Angaben in %)

	1-19	20-49	50-99	100-199	200-499	500-999	1000 u.m.	insgesamt
Basis gewichtet	65	437	247	155	115	42	35	1096
(Basis ungewichtet)	(98)	(292)	(229)	(197)	(174)	(51)	(55)	(1.096)
Mindestens eine interne Vernetzung realisiert	1,0	2,6	5,9	14,0	19,2	30,8	42,8	9,0
Mindestens eine interne Vernetzung realisiert oder geplant	2,4	8,3	15,1	35,7	52,9	75,1	79,8	22,9
Mindestens eine externe Vernetzung realisiert	2,4	3,1	11,1	12,5	29,9	54,8	88,3	13,7
Mindestens eine externe Vernetzung realisiert oder geplant	7,1	12,7	23,3	31,8	51,6	75,8	98,1	26,7

Über die **Branchen** hinweg ist die Verteilung der tatsächlichen bzw. potentiellen Nutzer solcher datentechnischer Verknüpfungen etwas gleichmäßiger; allerdings liegt auch hier die Elektrotechnik (mit fast 38 % Anwenderquote) eindeutig an der Spitze im Verbreitungsgrad. Ähnlich wie bei der betriebsinternen Integration sind diese Vernetzungsformen bei **Großbetrieben** deutlich weiter verbreitet als bei kleineren; aber auch bei kleineren Betrieben gibt es offensichtlich eine Tendenz zur Zunahme solcher Formen der Vernetzung, was vermutlich oft mit sich verstärkender Integration innerhalb eines Unternehmensverbunds zusammenhängt, aber auch z.B. den Anschluß von (kleineren) Zulieferern an den Datenverbund von Großkunden bedeuten kann.

Noch stärker, als bei vielen computergestützten Einzeltechniken, vermitteln die Ergebnisse – insbesondere in den Relationen zwischen bereits realisierten und geplanten Vernetzungen – den Eindruck eines erst in seinen Anfängen stehenden, aber rasch voranschreitenden dynamischen Ausbreitungsprozesses.

4.3 Bei überbetrieblichen Vernetzungen Dominanz von unternehmensinternen Verknüpfungen

Hinsichtlich der überbetrieblichen Vernetzung ist in der Erhebung erfaßt worden, welche informationstechnischen online- oder offline-Verbindungen jeweils über die Betriebsgrenzen hinaus vorhanden bzw. geplant sind. Dabei geht es um mehr oder weniger regelmäßige und feste zwischenbetriebliche Datenaustauschbeziehungen, die entweder direkt über Leitungen laufen oder durch den Austausch von Datenträgern erfolgen. Im einzelnen kann es sich etwa um Lohn- und Gehaltsdaten zur Erledigung von Überweisungsaufträgen durch eine Bank handeln, um den Transfer von Daten aus der Kostenrechnung innerhalb eines Unternehmensverbunds oder auch um auftragsbezogene Werkstückinformationen aus einem CAD-System, die vom Kunden seinem Zulieferer übermittelt werden.

Bild 4.01 zeigt, daß bei den bereits realisierten Verknüpfungen eindeutig solche innerhalb von Unternehmensverbänden dominieren, die einen Betrieb mit seiner Unternehmenszentrale, mit Zweigwerken oder Schwesterbetrieben (on line oder off line) verbinden. In rund 12 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie existiert zumindest eine solche Vernetzungslinie, in weiteren 8 % wird sie nach den betrieblichen Planungsangaben demnächst realisiert sein. Alle anderen Linien überbetrieblicher Vernetzung – zu Zulieferern, Kunden, Banken, Versicherungen, externen EDV-Dienstleistungsbetrieben usw. – gibt es bisher jeweils nur in etwa einem Prozent der Betriebe. Setzt man die demnächst zu realisierenden Planungen an, so werden vor allem Vernetzungslinien zu Kunden (in knapp 8 %) und zu Zulieferern (ca. 5 %) in absehbarer Zeit eine gewisse Verbreitung finden.

In den einzelnen **Branchen** der Investitionsgüterindustrie zeigen sich gleichweise ähnliche Tendenzen der Einbindung in überbetriebliche Datentransfers (**Tabellen 4.03** und **4.04**). Überall sind Anschlüsse an unternehmensinterne Datennetze am weitesten verbreitet, gefolgt von denen zu Kunden und Zulieferern. Wenn man von den nur durch wenige Betriebsfälle repräsentierten „sonstigen“ Branchen der Investitionsgüterindustrie abieht, liegt auch hier die Elektrotechnik an der Spitze, gefolgt vom Maschinenbau. In fast allen Branchen zeigen sich anhand der betrieblichen Planungen sehr deutliche Tendenzen zur Ausweitung der überbetrieblichen Datenaustauschverbindungen.

Wie bereits gesagt, nehmen auch die Formen des überbetrieblichen computergestützten Datentransfers – wie die Verbreitung von Einzeltechniken – mit der **Betriebsgröße** deutlich zu (**Tabelle 4.05**). Neun von zehn Großunternehmen (mit 1.000 und mehr Beschäftigten), jeder zweite Betrieb mit 500 bis unter 1.000 Beschäftigten und jeder vierte mit 200 bis 500 Beschäftigten sind bereits in solche Netze innerhalb eines Unternehmens eingebunden. Auch Datenaustausch zu Zulieferern oder Kunden findet vor allem – wenn auch deutlich weniger häufig – zwischen größeren Betrieben statt. Das dürfte sicherlich nicht zuletzt damit zu tun haben, daß bei kleineren Betrieben dafür oft die informationstechnischen Voraussetzungen bisher

noch fehlen. Nach den betrieblichen Planungen wird sich aber die Zahl auch der kleineren und mittleren Betriebe mit Vernetzungen zu Zulieferern und Kunden – von sehr niederen Ausgangsniveaus ausgehend – bis Anfang der 90er Jahre vervielfachen. Datenverbindungen zu externen Dienstleistungsunternehmen sind nur von – wenigen – kleinen und mittleren Betrieben, nicht dagegen von solchen mit mindestens 500 Beschäftigten benannt worden; kein Betrieb berichtete über eine geplante erstmalige Einrichtung einer solchen Verbindung.¹¹⁾

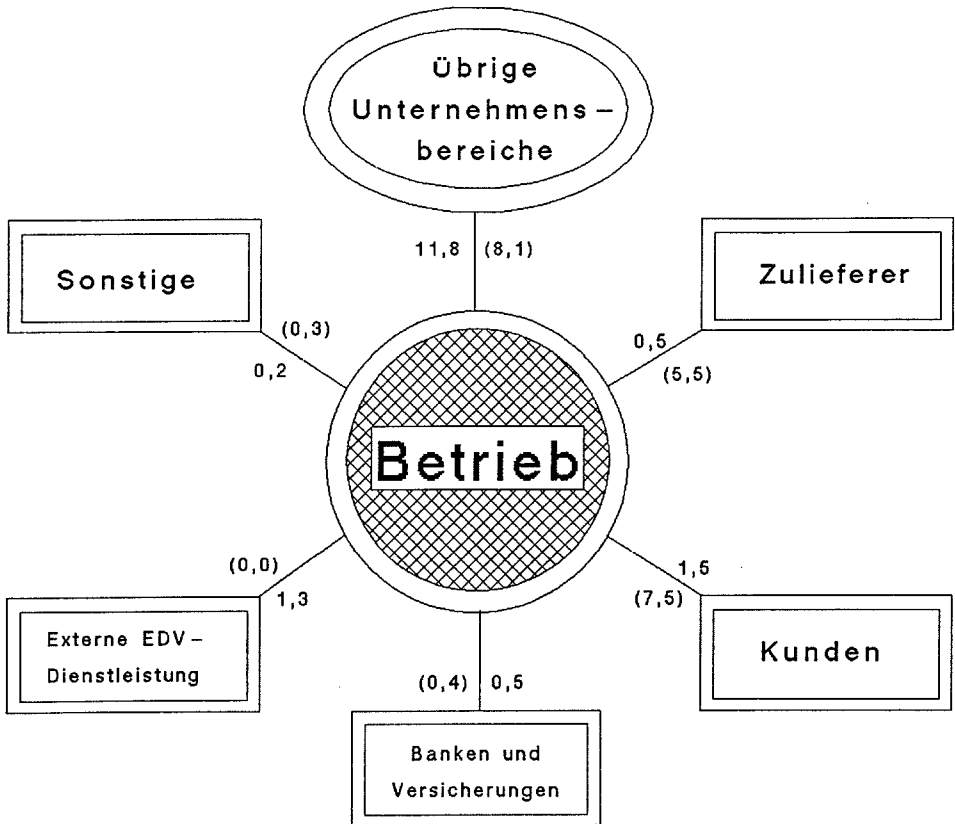


Bild 4.01: 1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung Investitionsgüterindustrie gesamt (N = 1.096 – Angaben in %)

11) Explizit vorgegeben im Fragebogen waren nur die Verknüpfungen innerhalb eines Unternehmens (zur Zentrale, zu Zweigwerken, Schwesterbetrieben) sowie zu Kunden und zu Zulieferern; die übrigen Kategorien basieren auf entsprechenden Angaben eines Teils der Betriebe. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Verbreitung von Verbindungen zu Banken, Versicherungen, externen EDV-Dienstleistungen – die auch nicht im Zentrum des Interesses der stärker auf Produktionstechnik orientierten Studie standen – durch die Ergebnisse systematisch unterschätzt wird.

Tabelle 4.03: 1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung nach Branchen
(Gesamtes Untersuchungsfeld, N = 1.285 – Investitionsgüterindustrie gewichtet – Angaben in %)

Basis gewichtet (Basis ungewichtet)	Maschinenbau 320 (572)	Elektrotechnik 201 (134)	EBM-Waren 144 (180)	Stahlbau etc. 91 (67)	sonst. Inv. güterind. 340 (143)	Inv. güterind. insg. 1.096 (1.096)	sonstige Branchen (189)
Übrige Unternehmensbereiche	10,8 (7,6)	25,2 (7,6)	7,5 (9,1)	8,5 (5,2)	7,4 (9,4)	11,8 (8,1)	13,2 (6,9)
Kunden	1,1 (5,0)	0,0 (7,5)	0,0 (5,1)	0,6 (7,1)	0,2 (4,5)	0,5 (5,5)	2,6 (5,8)
Kunden	1,3 (5,2)	3,0 (10,1)	0,6 (7,5)	2,2 (3,9)	0,8 (9,3)	1,5 (7,5)	4,8 (6,9)
Banken und Versicherungen	0,2 (0,7)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,2 (0,0)	0,6 (0,6)	0,5 (0,4)	0,0 (0,0)
Externe EDV-Dienstleistungen	0,9 (0,0)	0,0 (0,0)	1,4 (0,0)	1,3 (0,0)	2,4 (0,0)	1,3 (0,0)	1,6 (0,5)
Sonstige	0,2 (0,8)	0,0 (0,5)	0,5 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,3)	0,0 (0,0)

(Planzahlen in Klammern)

Tabelle 4.04*: 1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie
(N = 143 – ungewichtet – Angaben in %)

Basis ungewichtet	Schmieden, Pressen etc. 46	Straßenfahrzeugbau 40	Schiffbau 7	Luft- u. Raumfahrzeugbau 7	Feinmechanik etc. 37	Büromaschinen etc. 6
Übrige Unternehmensbereiche	6,4 (12,8)	15,0 (10,0)	0,0 (14,3)	42,9 (0,0)	13,5 (8,1)	83,3 (0,0)
Zulieferer	0,0 (4,2)	2,5 (15,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (2,7)	0,0 (0,0)
Kunden	0,0 (17,0)	2,5 (22,5)	0,0 (0,0)	0,0 (28,6)	0,0 (5,4)	16,2 (0,0)
Banken und Versicherungen	0,0 (0,0)	2,5 (2,5)	14,3 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
Externe EDV-Dienstleistungen	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	14,3 (0,0)	0,0 (0,0)	5,4 (0,0)	0,0 (0,0)
Sonstige	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)

* Differenzierte Darstellung der in Tabelle 4.03 zusammengefaßt und gewichtet ausgewiesenen Werte.
Achtung: Keine statistische Repräsentativität. - (Planzahlen in Klammern).

Tabelle 4.05: 1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)
(Investitionsgüterindustrie, N = 1.096 – gewichtet – Angaben in %)

	Betriebsgrößenklasse							insgesamt
	1-19	20-49	50-99	100-199	200-499	500-999	1000 u.m.	
Basis gewichtet (Basis ungewichtet)	65 (98)	437 (292)	247 (229)	155 (197)	155 (174)	42 (51)	35 (55)	1.096 (1.096)
Übrige Unternehmensbereiche	0,0 (0,0)	1,1 (3,4)	8,9 (6,1)	11,0 (11,0)	27,8 (17,4)	52,4 (19,0)	88,6 (8,6)	11,8 (8,1)
Zulieferer	0,0 (6,0)	0,4 (2,2)	0,0 (4,5)	0,3 (6,5)	0,5 (6,7)	1,1 (9,2)	5,2 (39,8)	0,5 (5,5)
Kunden	1,9 (4,1)	0,2 (3,0)	0,0 (8,4)	0,3 (10,0)	4,2 (12,9)	1,1 (11,4)	23,2 (31,0)	1,5 (7,5)
Banken und Versicherungen	0,0 (0,0)	0,0 (0,2)	0,0 (0,2)	0,0 (1,9)	0,0 (0,0)	3,2 (0,0)	10,0 (0,0)	0,5 (0,4)
Externe EDV-Dienstleistung	0,5 (0,0)	1,6 (0,0)	2,3 (0,0)	0,3 (0,0)	0,7 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,3 (0,0)
Sonstige	0,0 (0,0)	0,2 (0,0)	0,0 (0,5)	0,5 (0,3)	0,0 (1,2)	0,0 (0,0)	0,0 (0,9)	0,2 (0,3)

(Planzahlen in Klammern)

Vor allem mit den Tendenzen zunehmender datentechnischer Verflechtung zu Kunden und Zulieferern – etwa in Bereichen wie der Produktionsplanung und -steuerung – stellen sich ganz neue und zunehmend diskutierte gesellschaftspolitische Fragen, da hierdurch Probleme der Autonomie bisher selbständiger Unternehmen berührt sind, vor allem wenn es dabei um Partner unterschiedlicher Größe und Marktmacht geht.¹²⁾

12) Diese Problematik wird u.a. am Beispiel der von General Motors unter dem Kürzel MAP initiierten Standardisierungsbemühungen im EDV-Sektor diskutiert; vgl. dazu Rapp 1985. Genereller zur Problemsituation vor allem für kleinere Betriebe vgl. Semlinger 1989; Mendius, Weimer 1989.

4.4 Hauptlinien innerbetrieblicher Vernetzung

Wenn es um CIM-Strategien und die Strukturen der „Fabrik der Zukunft“ geht, stehen Fragen nach den Formen und Konsequenzen **innerbetrieblicher Vernetzung** im Vordergrund des Interesses. Dabei geht es vor allem um jene der Produktion vor- oder nachgelagerten Funktionen, die hier zusammenfassend als „produktionsnahe Dienste“ bezeichnet werden.

Dabei werden in der Regel zwei Hauptlinien betriebsinterner Vernetzung oder Integration unterschieden (vgl. u.a. Brödner 1985, Scheer 1987):

- Die erste Linie wird vielfach mit dem Kürzelpaar CAD/CAM bezeichnet. Hier geht es um die Verknüpfung **produktionstechnischer Funktionen**; sie nimmt ihren Ausgangspunkt in der Entwicklung oder Konstruktion und sucht von dort bestimmte Datenbestände, die die zu fertigenden Werkstücke beschreiben, über die Arbeitsvorbereitung (Arbeitsplanung und Programmierung – CAP) in die Fertigung oder ggf. auch Montage zu transferieren. Verkürzt wird hier gelegentlich auch von **vertikaler Vernetzung** gesprochen (vgl. Bild 4.02).
- Die zweite, gelegentlich auch als **horizontal** charakterisierte Vernetzungslinie ist um die stärker **betriebswirtschaftlichen oder administrativen Funktionen** der **Produktionsplanung und -steuerung** zentriert; hier geht es vor allem um die terminliche Steuerung

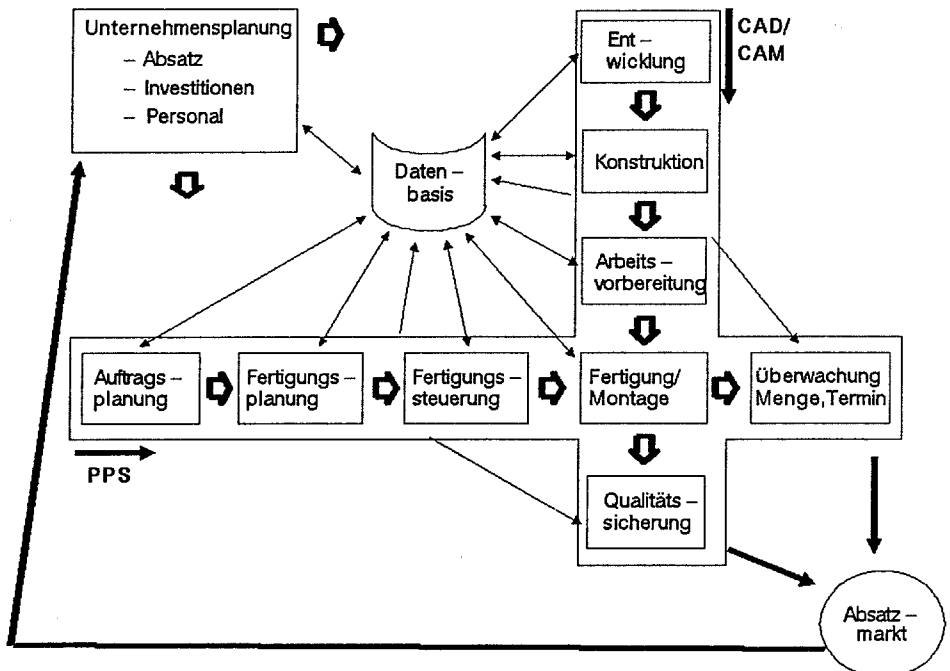


Bild 4.02: Horizontale und vertikale Integration
In Anlehnung an Brödner 1985, S.96

Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmierl (1989): An der Schwelle zu CIM.

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-100555>

und Koordination von Prozessen in Fertigung und Montage, sowie in den vor- und nachgelagerten betrieblichen Planungs- und Kontrollbereichen, wie Auftrags- und Fertigungsplanung oder Fertigungssteuerung und Terminüberwachung.

In unterschiedlicher Weise können in diese Kernbereiche der Vernetzung weitere Einzelfunktionen einbezogen sein, so etwa computergestützte Systeme der Qualitätssicherung (CAQ), die Steuerung der betrieblichen Materialwirtschaft, Systeme der Kostenkalkulation etc., woraus in Abstimmung mit den je vorherrschenden betriebsspezifischen Bedingungen die große Vielfalt (teil-)realisierter oder geplanter Konzepte resultiert.

Was sind nun nach den Ergebnissen hauptsächlich die Funktionen, die im Zuge computergestützter innerbetrieblicher Vernetzung miteinander verknüpft werden?

Bild 4.03 zeigt jeweils die Anteile der Betriebe aus der Investitionsgüterindustrie, die eine Verknüpfung¹³⁾ zwischen jeweils zwei der erfaßten Einzelsysteme realisiert haben oder dies in absehbarer Zeit planen. Zur Interpretation sei darauf hingewiesen, daß sich hinter diesen Angaben auch betriebliche Vernetzungsfälle verbergen, in denen drei oder mehr Funktionen miteinander verbunden sind bzw. sein werden.

(1) Beginnt man mit dem Kern der in **vertikaler** Richtung erfolgenden **produktionstechnischen Vernetzung**, so steht die Verbindung CAP-CAM zwischen Arbeitsplanung/Programmierung (CAP)¹⁴⁾ und computergestützten Systemen in Fertigung und Montage (CAM) mit realisierten Verknüpfungen in 3,3% und geplanten in 7,5% der Betriebe an erster Stelle. Hier geht es in erster Linie um automatisierte Programmiersysteme; dazu gehört auch der DNC-Betrieb von CNC-Maschinen.¹⁵⁾ Mit realisierten Systemen in über 5% und geplanten in ca. 12% der Betriebe steht hier der Maschinenbau unter den verschiedenen Industriebranchen an der Spitze (**Tabelle 4.06**).

- 13) Bei der innerbetrieblichen Vernetzung ist in der Erhebung – anders als bei überbetrieblichen – nach realisierten oder geplanten „on line“-Verknüpfungen gefragt worden. In den näheren einzelbetrieblichen Recherchen stellte sich heraus, daß diese Vorgabe nicht immer streng eingehalten worden ist, sondern gelegentlich auch Systemverbindungen einbezogen wurden, bei denen die Datenübertragung vom einen System zum anderen „manueller“ Zwischenschritte bedarf. Im übrigen ergab sich, daß die notwendigen Zeiträume für Planung und Realisierung von Vernetzungskonzepten oft unterschätzt werden. Vgl. dazu im einzelnen vor allem Kapitel 5 und 6.
- 14) Bei der Verwendung der EDV-technischen Begriffe und Kürzel lehnt sich die vorliegende Studie an den Versuch einer Definition der CIM-Begriffe durch den AWF 1985 an. Allerdings kann bedauerlicherweise nicht davon ausgegangen werden, daß die in diesem Feld vorfindbaren Unklarheiten und Unterschiede in der Begriffsverwendung mit diesen Anstrengungen bereits generell beseitigt sind. Unvermeidbar schlagen sich solche in der Realität vorhandenen Begriffsunschärfen zu einem gewissen Grad auch in den Ergebnissen der Erhebung nieder. Zu einzelnen Beispielen vgl. weiter unten Kapitel 5.
- 15) Vgl. detaillierter zur vertikalen, produktionstechnischen Vernetzung – unter Einbezug der einzelbetrieblichen Recherchen – das folgende Kapitel 5.

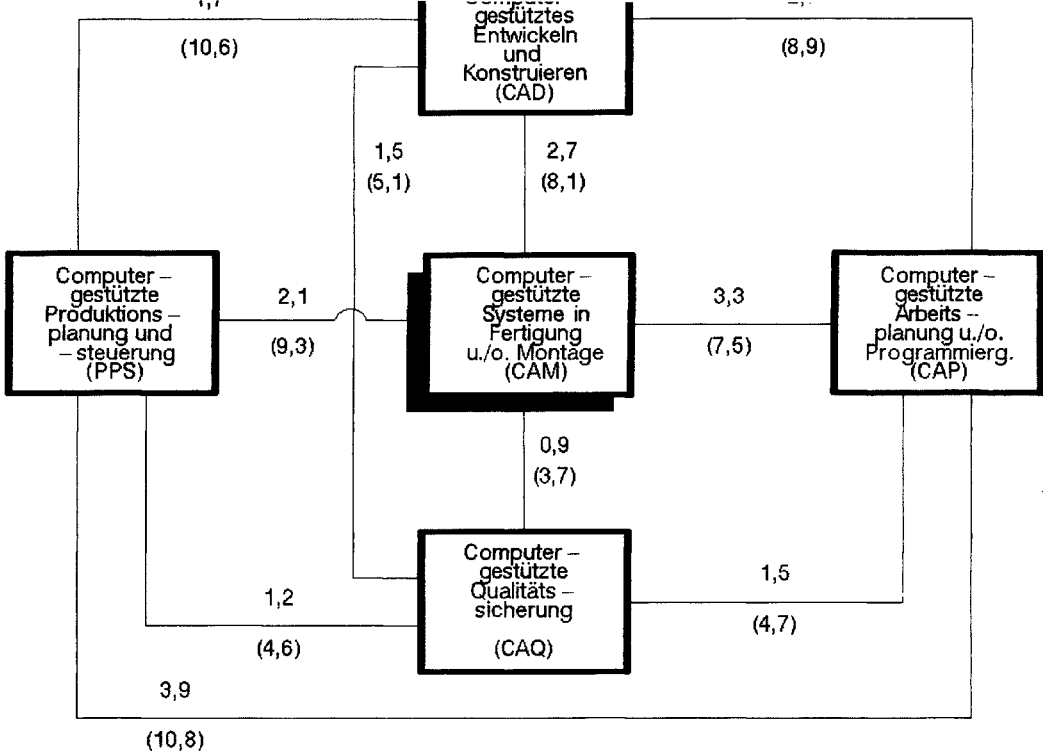


Bild 4.03: Innerbetriebliche Vernetzung – 1986/87 realisiert bzw. geplant
 (Investitionsgüterindustrie gesamt – N = 1.096 – Angaben in %)

Es folgen in der Häufigkeit (Realisierung in jeweils knapp 3 % der Betriebe) die von der Konstruktion/Entwicklung ausgehenden Verbindungen CAD-CAP zur Arbeitsplanung/Programmierung einerseits, sowie CAD-CAM zu computergestützten Systemen in der Fertigung bzw. Montage andererseits. Jeweils weitere 8-9 % der Betriebe wollen diese Verknüpfung in absehbarer Zeit verwirklichen. Beide Vernetzungsformen sind mit ca. 6% in der Elektrotechnik überdurchschnittlich weit verbreitet; im Maschinenbau gibt es mit 15% bzw. 12% relativ viele Betriebe, die die Ersteinführung planen, so daß Anfang der 90er Jahre in beiden genannten Branchen ein Verbreitungs-niveau solcher Integrationslösungen von etwa 15% bis 18% erwartet werden kann. Demgegenüber bleiben die anderen im einzelnen ausgewiesenen Industriebranchen noch zurück, wenngleich auch hier häufiger von entsprechenden Innovationsplanungen berichtet wird (Tabelle 4.06 bzw. 4.07).

Tabelle 4.06: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche Vernetzungen nach Branchen
 (Gesamtes Untersuchungsfeld, N = 1.285 – Investitionsgüterindustrie gewichtet – Angaben in %)

Basis gewichtet (Basis ungewichtet)	Maschinenbau 320 (572)	Elektrotechnik 201 (134)	EBM-Waren 144 (180)	Stahlbau etc. 91 (67)	sonst. Inv. güterind. 340 (143)	Inv. güterind. insg. 1.096 (1.096)	sonstige Branchen (189)
CAD-CAP	3,0 (15,1)	6,3 (11,9)	1,3 (5,1)	4,9 (6,5)	0,2 (3,3)	2,7 (8,9)	1,6 (4,2)
CAD-CAM	2,8 (12,4)	6,2 (11,2)	1,9 (5,6)	2,6 (9,8)	0,7 (2,6)	2,7 (8,1)	1,6 (4,8)
CAP-CAM	5,3 (12,2)	4,0 (8,8)	3,7 (6,4)	2,6 (7,0)	0,9 (2,7)	3,3 (7,5)	2,1 (4,8)
CAD-CAQ	0,8 (4,4)	5,7 (14,0)	1,3 (2,1)	1,3 (4,2)	0,0 (1,9)	1,5 (5,1)	0,5 (3,7)
CAP-CAQ	0,5 (3,9)	5,1 (10,6)	0,7 (2,2)	1,3 (3,5)	0,6 (3,4)	1,5 (4,7)	1,1 (2,6)
CAM-CAQ	0,4 (4,4)	1,6 (8,9)	1,2 (1,7)	1,3 (4,6)	0,6 (0,7)	0,9 (3,7)	0,0 (3,7)
PPS-CAD	1,6 (15,8)	5,1 (17,4)	1,3 (6,1)	1,3 (8,0)	0,0 (4,2)	1,7 (10,6)	0,0 (5,3)
PPS-CAP	4,9 (14,7)	8,6 (15,2)	1,2 (11,6)	4,5 (7,2)	1,1 (5,1)	3,9 (10,8)	2,6 (8,5)
PPS-CAM	4,4 (13,4)	2,1 (13,1)	1,1 (7,5)	0,0 (6,9)	1,0 (4,5)	2,1 (9,3)	3,2 (7,9)
PPS-CAQ	0,6 (3,6)	4,1 (12,7)	0,6 (1,8)	0,0 (1,9)	0,6 (2,7)	1,2 (4,6)	1,6 (3,7)

Die Angaben beziehen sich auf die informationstechnische Verknüpfung zwischen jeweils zwei Funktionsbereichen, unabhängig davon, welche anderen Vernetzungen eventuell noch gegeben sind.

(Planzahlen in Klammern)

Tabelle 4.07*: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche Vernetzungen in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie
(N = 143 – ungewichtet – Angaben in %)

Basis ungewichtet	Schmieden, Pressen etc. 46	Straßenfahrzeugbau 40	Schiffbau 7	Luft- u. Raumfahrzeugbau 7	Feinmechanik etc. 37	Büromaschinen 6
CAD-CAP	0,0 (2,1)	0,0 (10,0)	0,0 (0,0)	14,3 (0,0)	0,0 (10,8)	0,0 (50,0)
CAD-CAM	0,0 (2,1)	2,5 (5,0)	0,0 (0,0)	14,3 (0,0)	2,7 (8,1)	0,0 (33,3)
CAP-CAM	0,0 (0,0)	2,5 (2,5)	0,0 (0,0)	14,3 (14,3)	2,7 (13,5)	0,0 (16,7)
CAD-CAQ	0,0 (4,3)	0,0 (5,0)	0,0 (0,0)	0,0 (14,3)	0,0 (2,7)	0,0 (16,7)
CAP-CAQ	0,0 (4,3)	2,5 (5,0)	0,0 (14,3)	0,0 (14,3)	2,7 (2,7)	0,0 (16,7)
CAQ-CAM	0,0 (2,1)	2,5 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (14,3)	2,7 (2,7)	0,0 (0,0)
CAD-PPS	0,0 (6,4)	0,0 (7,5)	0,0 (0,0)	0,0 (14,3)	0,0 (10,8)	0,0 (50,0)
CAP-PPS	2,1 (4,3)	2,5 (15,0)	0,0 (0,0)	28,6 (0,0)	0,0 (10,8)	0,0 (50,0)
PPS-CAM	2,1 (6,4)	5,0 (5,0)	0,0 (14,3)	14,3 (0,0)	0,0 (13,5)	0,0 (33,3)
CAQ-PPS	0,0 (6,4)	2,5 (10,0)	0,0 (0,0)	0,0 (14,3)	2,7 (2,7)	0,0 (16,7)

* Differenzierte Darstellung der in vorstehender Tabelle 4.06 zusammengefaßt und gewichtet ausgewiesenen Werte für die **sonstige Investitionsgüterindustrie**.

Achtung: Keine statistische Repräsentativität! Die Angaben beziehen sich auf die informationstechnische Verknüpfung zwischen jeweils zwei Funktionsbereichen, unabhängig davon, welche anderen Vernetzungen eventuell noch gegeben sind.

(Planzahlen in Klammern)

(2) Systeme der **Produktionsplanung und -steuerung (PPS)**¹⁶ stellen bereits für sich genommen prinzipiell auf den gesamten betrieblichen Produktionsprozeß orientierte computertechnische Integrationskonzepte dar, wobei hier die terminliche, administrativ-betriebswirtschaftliche Steuerung im Vordergrund steht und dementsprechend auch Verbindungen zu Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft vorhanden bzw. vorgesehen sind. Wie bereits in Kapitel 2 (Bild 2.01) gezeigt, haben rund 15% der Betriebe der Investitionsgüterindustrie PPS-Systeme im Einsatz, etwa 19% planen ihre Einführung. Vor allem in der Elektrotechnik und im Maschinenbau sind die Anwenderquoten mit 24% bzw. 18% bereits relativ hoch; in beiden Branchen liegen auch überdurchschnittlich viele Einführungsabsichten für PPS-Systeme (19% bzw. 25%) vor, so daß für Anfang der 90er Jahre hier mit Anwenderquoten von über 40% zu rechnen ist – gegenüber rund 33% im Durchschnitt der Investitionsgüterindustrie (vgl. weiter oben Tabelle 2.01).

Noch sehr selten bestehen bereits datentechnische Verbindungen von den Kernfunktionen des CAD/CAM zur computergestützten Qualitätssicherung (CAQ); nur rund 1% bis 2% der Betriebe geben an, solche Verbindungen schon gezogen zu haben, 4% bis 5% haben Planungen in dieser Richtung. Vor allem bei den von CAD bzw. CAP ausgehenden Vernetzungen zu CAQ dominiert mit realisierten Verbindungen in über 5% und geplanten in über 10% der Betriebe eindeutig die elektrotechnische Industrie.

(3) Darüber hinaus existiert eine Reihe von Ansätzen, in **CIM-Perspektive Vernetzungen zwischen den betriebswirtschaftlich-administrativen und den produktionstechnischen Funktionen** einzurichten.

Bisher insgesamt am häufigsten realisiert ist eine Verknüpfung zwischen PPS-Systemen und computergestützter Arbeitsplanung (CAP). Knapp 4 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie geben an, diese Verbindung realisiert zu haben. Auch bei den Planungsabsichten wird diese Verbindung relativ am häufigsten genannt. Demnach werden in absehbarer Zeit ca. 15 % der Betriebe hier rechnerintegriert arbeiten. Überdurchschnittlich oft wird diese Verbindung – einem Trend bei den meisten Vernetzungsformen folgend – in der Elektrotechnik realisiert; aber auch im Maschinenbau ist die tatsächliche und die potentielle Anwenderquote überdurchschnittlich hoch. Eine vergleichsweise hohe Zuwachsrate neuer Erstanwender ist mit 12% auch im Stahl-/Leichtmetallbau zu erwarten. Wie in allen anderen Fällen auch sind es selbstverständlich vor allem mittlere und größere Betriebe, die diese Vernetzungslinie verfolgen.

Die Verknüpfung zwischen PPS und CAM gibt es in ca. 2 % der Betriebe, weitere 9 % planen sie; diese Vernetzung ist vor allem in Maschinenbaubetrieben überdurchschnittlich oft realisiert (4,4 %) und geplant (13,4 %).

16) Vgl. dazu ausführlicher weiter unten Kapitel 6.

Schließlich weist noch die Verknüpfung zwischen CAD und PPS – vor allem bei den Planungen – einen vergleichsweise bedeutsamen Verbreitungsgrad auf. Diese Vernetzungslinie ist in der Elektrotechnik überdurchschnittlich oft verwirklicht; nach den Angaben zu den Planungen scheint sie aber auch für Maschinenbaubetriebe an Bedeutung zu gewinnen.

PPS-CAQ-Verbindungen gibt es wiederum sehr selten und fast nur in der elektrotechnischen Industrie.

(4) Die genannten Integrationskonzepte folgen entweder den Hauptlinien vertikaler oder horizontaler computergestützter Vernetzung oder sind in CIM-Perspektive auf eine Verknüpfung zwischen administrativ-betriebswirtschaftlichen und produktionstechnischen Funktionen ausgerichtet.¹⁷⁾ Alle Verbindungen sind jeweils nur in einer kleinen Minderheit der insgesamt erfaßten Betriebe (ca. 2 % bis 4 %) realisiert, stehen aber in einer dreifach so großen Zahl von Betrieben zur Verwirklichung an. Von den Verbreitungsquoten realisierter bzw. geplanter Systeme her gesehen, läßt sich insgesamt ein eindeutiger Schwerpunkt an Vernetzungslinien kaum ausmachen. Allerdings gibt es neben der fast durchgehenden Tendenz einer mit der Betriebsgröße zunehmenden Verbreitung (**Tabelle 4.08**) deutliche Hinweise auf branchenspezifisch unterschiedliche Schwerpunktsetzungen. Die fast ausschließlich auf die Elektrotechnik begrenzte, insgesamt noch sehr seltene Einbeziehung computergestützter Qualitätssicherung ist nur ein Beispiel dafür.

Wie bereits angedeutet, sind in einem Teil der Betriebe breitere Vernetzungslösungen realisiert, teilrealisiert oder geplant. So gibt beispielsweise ein Betrieb an, daß er Verknüpfungen zwischen allen hier erfaßten fünf Funktionen verwirklicht hat, ein weiteres Dutzend Betriebe steht in der Teilrealisierung einer solchen Konzeption. Als demnächst zu realisierendes Konzept hat auch die Vernetzung zwischen PPS, der Arbeitsplanung und der Fertigung sowie zwischen PPS, CAD und CAP unter Aussparung der Fertigung eine gewisse Bedeutung; ähnliches gilt für die Integration der vier Hauptfunktionen unter Ausklammerung der Qualitätssicherung. Alle diese komplexeren, sich mindestens modellhaft der vieldiskutierten Totalvernetzung annähernden Konzepte, sind jedoch in maximal einem Prozent der Betriebe der Investitionsgüterindustrie im Realisierungsprozeß. Der Weg zur Totalvernetzung scheint also noch weit!

Ähnliches läßt sich im übrigen auch in bezug auf on line-Verbindungen zwischen Büro und Verwaltung einerseits und der Fertigung bzw. Montage andererseits sagen; nur ganz vereinzelt haben Betriebe hier über bereits bestehende oder demnächst zu realisierende Verknüpfungen berichtet.

17) Zu einer differenzierteren Beschreibung vorherrschender Einstiegspunkte und Entwicklungspfade in Richtung CIM auf der Basis ausführlicher einzelbetrieblicher Analysen vgl. den Abschlußbericht des FIR-Parallelprojekts Köhl u.a. 1989, Kapitel 5 „Stand der Systemintegration“.

Tabelle 4.08: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche Vernetzungen nach Betriebsgröße
(Investitionsgüterindustrie – gewichtet – Angaben in %)

	1-19	20-49	50-99	100-199	200-499	500-999	1000 u.m.insgesamt	
Basis gewichtet (Basis ungewichtet)	65 (98)	437 (292)	247 (229)	155 (197)	115 (174)	42 (51)	35 (55)	1.096 (1.096)
CAD-CAP	0,0 (0,0)	0,2 (1,4)	2,9 (4,5)	3,3 (11,2)	6,0 (23,5)	2,2 (56,9)	24,2 (32,7)	2,7 (8,9)
CAD-CAM	0,0 (0,0)	0,6 (1,6)	2,9 (3,8)	3,7 (13,8)	4,4 (16,3)	5,9 (45,2)	18,1 (36,7)	2,7 (8,1)
CAP-CAM	0,0 (0,5)	1,3 (2,0)	1,7 (4,3)	4,0 (12,7)	6,7 (15,7)	17,2 (32,5)	13,5 (30,3)	3,3 (7,5)
CAD-CAQ	0,0 (0,0)	0,0 (1,6)	2,6 (2,1)	2,5 (6,6)	2,4 (7,7)	2,2 (34,5)	8,2 (28,3)	1,5 (5,1)
CAP-CAQ	0,0 (1,4)	0,5 (1,6)	1,5 (3,1)	0,8 (6,0)	2,4 (6,2)	3,2 (27,4)	13,8 (24,1)	1,5 (4,7)
CAQ-CAM	0,0 (1,4)	0,0 (0,9)	0,0 (1,7)	1,6 (3,9)	1,6 (4,0)	4,3 (28,5)	9,6 (27,0)	0,9 (3,7)
CAD-PPS	0,0 (1,4)	0,0 (0,9)	0,4 (6,4)	2,8 (15,8)	3,6 (28,6)	7,0 (49,9)	16,4 (48,2)	1,7 (10,6)
CAP-PPS	0,5 (1,4)	0,9 (2,8)	1,6 (6,8)	7,8 (17,4)	6,5 (27,5)	17,3 (40,1)	20,8 (36,4)	3,9 (10,8)
PPS-CAM	0,5 (0,0)	0,4 (1,5)	0,7 (7,0)	4,5 (13,3)	3,6 (22,7)	4,4 (47,9)	19,0 (32,1)	2,1 (9,3)
CAQ-PPS	0,0 (1,4)	0,5 (0,7)	1,1 (2,7)	0,0 (6,1)	2,0 (10,5)	5,4 (22,1)	10,6 (26,2)	1,2 (4,6)

Die Angaben beziehen sich auf die informationstechnische Verknüpfung zwischen jeweils zwei Funktionsbereichen, unabhängig davon, welche anderen Vernetzungen eventuell noch gegeben sind.

(Planzahlen in Klammern)

Im übrigen ist darauf hinzuweisen, daß die hier dargestellten Angaben nichts über die Intensität oder den mehr oder weniger umfassenden, die Gesamtheit betrieblicher Produktionsprozesse einschließenden Charakter der geplanten oder realisierten Vernetzungslösungen aussagen. Es ist durchaus möglich, daß bisher häufig erst Modellösungen in einzelnen Produktlinien oder Abteilungen entwickelt und erprobt werden, deren Übertragung auf größere Bereiche oder den gesamten Betrieb erst noch bevorsteht.

Wegen der hohen Bedeutung betriebsspezifischer Bedingungen bei der Verfolgung von Integrationsstrategien bedürfen diese und weiterführende Fragen nach den Folgen für Arbeitsorganisation und Personalwirtschaft genauerer Recherchen auf einzelbetrieblicher Ebene. Unter Rückgriff auf Ergebnisse dieses zweiten Erhebungsschritts setzen sich die folgenden drei Kapitel näher mit geplanten und realisierten Integrationslösungen auseinander.

Dabei wird zunächst auf die „vertikale“, produktionstechnische Integrationslinie CAD/CAM (Kapitel 5), dann auf die „horizontale“ administrativbetriebswirtschaftliche Linie der PPS-Integration (Kapitel 6) eingegangen. In einem dritten Schritt geht es dann um die in CIM-Perspektive erfolgende Verknüpfung zwischen diesen beiden bisher dominierenden Hauptlinien computertechnischer Integration (Kapitel 7).

5 CAD/CAM als „vertikale“ Integration technischer Betriebsfunktionen

5.1 Integrationskonzepte und technische Komponenten

(1) Der **Begriff CAD/CAM** und die sich dahinter verbergenden Vernetzungstechniken sind in ihren Grundzügen seit mehr als zwanzig Jahren bekannt und gehen auf technische Konzepte zurück, die in der ersten Hälfte der 60er Jahre im Gefolge der NC-Entwicklung in den USA angegangen wurden. Allerdings ist offensichtlich der Diffusionsprozeß solcher Systeme – wie im einzelnen noch zu zeigen – bis heute eher zögerlich verlaufen. Mit dem Begriff CAD/CAM-System wird – nach dem heutigen Stand der einschlägigen Diskussion – die EDV-gestützte Vernetzung der **technischen Funktionen** des Durchlaufs der Produkte durch den betrieblichen Produktionsprozeß – „von der Idee zum fertigen Werkstück“ – verstanden, von der Produktentwicklung über Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und gegebenenfalls Montage bis hin zur Qualitätssicherung. Im Zusammenspiel mit der EDV-gestützten Vernetzung der prinzipiell betriebswirtschaftlich orientierten Funktionen der Auftragsabwicklung durch PPS-Systeme (vgl. dazu weiter oben Kapitel 4) bilden CAD/CAM-Systeme gleichsam den vertikalen Systemzusammenhang innerhalb eines CIM-Systems.

(2) Die **Zielsetzungen**, die man mit der Konzeption und dem Einsatz integrierter CAD/CAM-Systeme verbindet, entsprechen zunächst generell jenen, die in der derzeitigen CIM-Diskussion immer wieder genannt werden (z.B.: Warnecke 1983). So geht es zum einen um eine Steigerung der **Produktivität**, insbesondere durch die Effektivierung des betrieblichen Informationsflusses, zum zweiten um die Erhöhung der **Flexibilität** betrieblicher Strukturen und schließlich um eine möglichst problemlose Verbesserung der **Qualität** der Produkte.

Im Hinblick auf den Einsatz integrierter CAD/CAM-Systeme müssen diese Zielsetzungen freilich differenziert und präzisiert werden. Nicht zuletzt auch auf der Basis der Aussagen der interviewten Betriebspraktiker und Experten lassen sich hier folgende Einzelziele nennen:

- Zunächst wird erwartet, daß sich durch die EDV-technische Vernetzung und den Rückgriff verschiedener CAD/CAM-Funktionen auf einheitliche Datenbestände die Vorteile der einzelnen Computersysteme potenzieren lassen, so daß zum einen ein **besserer Informationszugriff** und zum anderen eine **Reduktion des Verwaltungsaufwands** möglich wird (vgl. Storr u. a. 1987; Walter, Hofmeister 1987).

- Ferner erhofft man sich durch eine derartige Verknüpfung **Qualitätsverbesserungen** und eine **Minimierung von Fehlern** bei der Programmierung bzw. Programmübertragung infolge der Eindeutigkeit der gespeicherten Daten und des direkten Einspielens von Steuerungsdaten in die CNC-Maschinen.
- Ein weiterer Vorteil einer CAD/CAM-Verknüpfung wird in **Zeiterparnissen** infolge verringerter Durchlaufzeiten gesehen, die nach empirischen Ergebnissen zwischen 5 % und 15 % bei Drehmaschinen, 10 % und 25 % bei Bearbeitungszentren und zwischen 45 % und 60 % z. B. bei Nibbelmaschinen betragen können (Herrscher, Walter 1987). Als Regel gilt hierbei, daß um so mehr Planungszeit einzusparen ist, je aufwendiger die Geometriebeschreibung bzw. je einfacher die Maschine/das Bearbeitungsverfahren sind.

Obwohl nur selten explizit als primäres Ziel solcher technischer Innovationen genannt, verbinden sich damit auch **Rationalisierungsabsichten** im Sinne einer **Einsparung von Arbeitskraft**. Der entscheidende Gesichtspunkt in dieser Perspektive ist in der Einmaleingabe und in der einmaligen Verwaltung der mehrfach von verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen oder Abteilungen benötigten geometrischen und fertigungstechnischen Daten zu sehen. Zumindest längerfristig werden neben eher qualitativen Veränderungen im Personaleinsatz auch quantitative Effekte erwartet.

Insbesondere wird in diesem Zusammenhang die zentrale Bedeutung des Einsatzes von CAD-Systemen für den Gesamtablauf der Produktion betont, da in der Konstruktion faktisch über einen hohen Anteil der erst im weiteren Verlauf der Produktion auftretenden Kosten entschieden wird (vgl. auch Scheer 1987, S.10f). So verweisen interviewte Experten darauf, daß ein CAD-System die Voraussetzung sei für qualitativ bessere Produkteigenschaften, für eine geringere Teilevielfalt (u.a. durch Wiederverwendung bereits vorhandener Lösungen), für systematischere und damit transparentere Fertigungsunterlagen, und daß erst damit die Voraussetzung für die Realisierung eines Großteils der genannten Rationalisierungsziele geschaffen werden (Maier 1985, S. 11 ff).

Dieser Komplex von Zielsetzungen eines integrierenden Einsatzes von Computersystemen in den technischen Funktionen spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Betriebserhebung: Von den im Feld der CAD/CAM-Vernetzung aktiven Betrieben (die 1986/87 mindestens eine solche Verknüpfung realisiert bzw. geplant hatten) werden Ziele, wie „Verringerung der Durchlaufzeiten“ (42 % bzw. 52 %), „Erhöhte Transparenz des Betriebsgeschehens“ (40 % bzw. 49 %), „Steigerung der Termintreue“ (31 % bzw. 46 %) oder auch „Reduzierung der Lagerbestände“ (35 % bzw. 46 %) besonders häufig genannt, und zwar etwa doppelt so oft wie von der großen Mehrheit der Betriebe, die in diesem Feld noch keine Innovationen durchgeführt haben oder planen (**Bild 5.01**). Auch Zielsetzungen wie „Erhöhung der Produktqualität“ (32 % bzw. 16 % gegenüber 12 %), „Fehlerfreie Fertigungsunterlagen“ (26 % bzw. 22 % gegenüber 12 %) oder „Ausschußreduzierung“ (13 % bzw. 9 % gegenüber 6 %) werden von den in der CAD/CAM-Vernetzung tätigen Betrieben deutlich öfter als wichtig eingestuft,

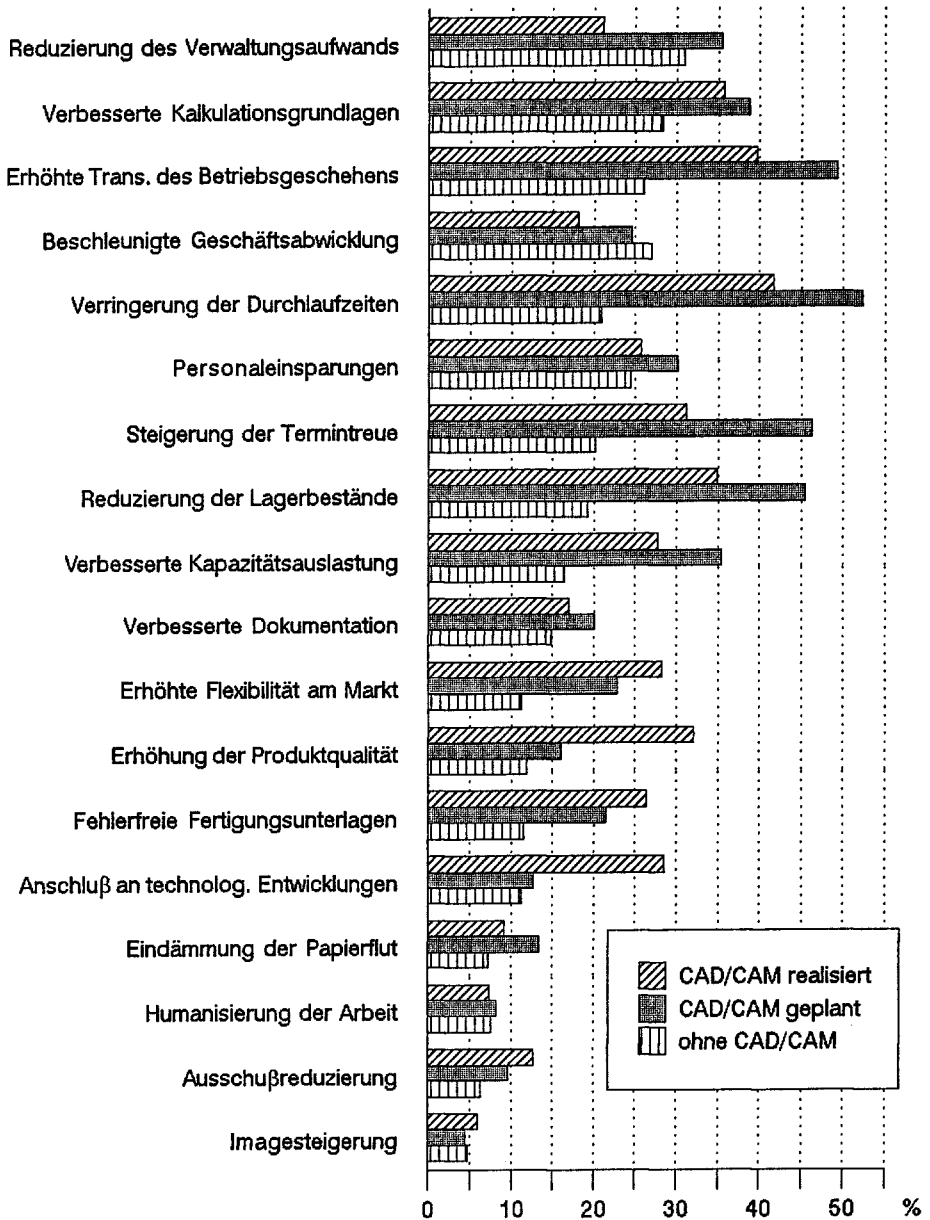


Bild 5.01: Zielsetzung des Technikeinsatzes abhängig von CAD/CAM-Vernetzungen

als von den anderen.¹⁸⁾ Sehr viel weniger deutliche Unterschiede in der Zahl der Nennungen gibt es dagegen z. B. bei den Zielen „Personaleinsparungen“ (26 % bzw. 30 % bei den CAD/CAM-Aktiven, 24 % bei den übrigen Betrieben) oder etwa „Humanisierung der Arbeit“ (jeweils 7 % bis 8 %). Im übrigen deuten die unterschiedlichen Häufigkeiten der Nennungen zwischen den Betrieben, die bereits Vernetzungen durchgeführt haben, und jenen, die dies erst planen, darauf hin, daß der Erfahrungszuwachs bei der Zielformulierung durchaus eine gewisse Rolle spielt (z.B. etwa beim Ziel „Reduzierung des Verwaltungsaufwands“, das von den Betrieben mit existenter Vernetzung deutlich weniger oft erwähnt wird als von den übrigen).

(3) Wie bereits angedeutet, geht es bei der CAD/CAM-Integration um ein mehr oder weniger breites Feld betrieblicher Funktionen (**Bild 5.02**) und um entsprechend verschiedene **computergestützte Teilkomponenten oder Einzeltechniken**¹⁹⁾, wie vor allem:

- Konstruktion (CAD – Computer Aided Design),
- Arbeitsvorbereitung (CAP – Computer Aided Planning),
- Fertigung (CAM – Computer Aided Manufacturing) und
- Qualitätssicherung (CAQ – Computer Aided Quality Assurance).

Im einzelnen umfassen diese Teilkomponenten sowohl grundsätzlich als auch beim gegenwärtigen Stand der technischen Entwicklung eine mehr oder weniger große Anzahl verschiedener technischer Funktionen (vgl. AWF 1985):

(a) **Computergestützte Konstruktion oder Entwicklung – CAD** – richtet sich auf den Produktentwurf (verschiedentlich auch als CAE – Computer Aided Engineering – bezeichnet), auf Produktgestaltung, Detailentwurf, Berechnungen der verschiedensten Art, Zeichnungserstellung sowie die Erstellung von Produktstücklisten. Etwa jeder sechste Betrieb der Investitionsgüterindustrie verfügte 1986/87 über ein CAD-System (vgl. weiter oben Kapitel 2, **Tabelle 2.01**) Nach allen verfügbaren Informationen, die insbesondere auch durch die Betriebsrecherchen abgestützt werden, liegt der derzeitige Schwerpunkt des CAD-Einsatzes bei der Zeichnungserstellung, dem Detailentwurf und der Berechnung. Seltener finden sich diese Systeme in der eigentlichen Gestaltungsphase im Einsatz.²⁰⁾

-
- 18) In der Erhebung wurde generell nach den (maximal fünf) wichtigsten Zielen der Einführung computergestützter Techniken gefragt. Eine unmittelbare Zuordnung zwischen bestimmten Vernetzungslinien oder Integrationspfaden und anvisierten betriebspolitischen Zielen ist daher aus methodischen Gründen nicht möglich, zumal häufig Betriebe, die im CAD/CAM-Feld aktiv sind, gleichzeitig etwa auch PPS-Techniken vorantreiben.
 - 19) Wir versuchen dies in der Schreibweise dadurch deutlich zu machen, daß wir das Gesamtfeld als CAD/CAM bezeichnen, während die Verknüpfung von Einzelfunktionen verkürzt etwa als CAD-CAP, CAP-CAM oder eben auch als CAD-CAM (= direkte Verknüpfung zwischen Konstruktion und Fertigung) symbolisiert wird.
 - 20) „Untersuchungen an derzeit eingesetzten CAD-Systemen ergeben als Anwendungsschwerpunkt mit einem Anteil von 80 % die Zeichnungserstellung.“ Reinking 1987, S.60; vgl. auch Wingert u.a. 1984.

(b) **Computergestützte Arbeitsvorbereitung oder Planung – CAP** – umfaßt prinzipiell die rechnerunterstützte Erstellung von Arbeitsplänen inklusive spezifischer Fertigungsanweisungen (von der bloßen EDV-Unterstützung bis hin zur automatischen Generierung); die maschinelle NC-Programmierung; damit zusammenhängend: Systeme der Zeitwirtschaft sowie das rechnerunterstützte Betriebsmittelwesen. Etwa 17 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie haben 1986/87 solche Systeme im Einsatz. Umfassend EDV-gestützt wird in den Betrieben allerdings bisher zumeist nur die NC-Programmierung und neuerdings darauf basierend auch die Zeitkalkulation der Bearbeitungsprozesse ausgeführt. Die Arbeitsplanerstellung erfolgt in der Regel durch Textverarbeitung und Datenspeicherung lediglich EDV-unterstützt; eine echte EDV-gestützte Generierung von Arbeitsplänen²¹⁾ fand sich ansatzweise nur in einem der Untersuchungsbetriebe und stellt offensichtlich nach wie vor ein nur schwer lösbares technisches Problem dar (vgl. Grupe 1987). Ähnlich ist die Situation im Betriebsmittelwesen mit den darauf bezogenen Teilfunktionen Planung, Bereitstellung und Lagerung.

(c) Unter **computergestützter Fertigung – CAM** – versteht man die computertechnische Steuerung und Überwachung der Fertigung im weiteren Sinne, was – je nach Betrieb – die Teilprozesse der mechanischen Fertigung, der Handhabung, Lagerung und des Transports von Werkstücken und Werkzeugen, der Montage sowie Wartung und Instandhaltung einschließt. Wie insbesondere die Zahlen der Betriebserhebung 1986/87 zeigen, sind die am weitesten verbreiteten Basiskomponenten für CAM-Systeme CNC-Werkzeugmaschinen und sonstige CNC-Maschinen (in 38 % bzw. 16 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie vorhanden), während sich weitere, meist komplexe Komponenten wie flexible Fertigungssysteme oder -zellen (4 % bzw. 3 %), Handhabungsgeräte/Industrieroboter (9 %), Lager- und Transportsysteme (5 %) oder Montagesysteme (5 %) sehr viel seltener finden (vgl. weiter oben die Abschnitte 2.4 und 2.5).

(d) **Computergestützte Qualitätssicherung – CAQ** – bezeichnet die computergestützte Planung und Ausführung der Qualitätssicherung; sie beginnt prinzipiell bereits bei der Wareneingangskontrolle und erstreckt sich über die qualitätsbezogene Überwachung des Fertigungsprozesses bis hin zur Endkontrolle für Fertigprodukte. Gleichzeitig werden neben der Durchführung derartiger Meß- und Prüfkontrollen die Erstellung von Prüfplänen und -programmen und Detaillierung von Kontrollwerten und -maßstäben – soweit nicht bereits in die Arbeitsvorbereitung (CAP) integriert – verstanden. Rund 8 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie haben 1986/87 solche Systeme eingesetzt. In der vorgefundenen betrieblichen Realität beschränkt sich CAQ in der Regel jedoch nur auf einzelne, sehr heterogene Komponenten; nicht selten verbirgt sich hinter CAQ in den Betrieben nur eine einzelne Meßmaschine.

21) Gegenstand dieses Systems der Arbeitsplanerstellung ist in diesem Fall allerdings nicht die relativ komplexe Beschreibung und Planung der Abläufe in der mechanischen Fertigung; vielmehr geht es hier um die Planung von Montagearbeiten in der elektrotechnischen Produktion.

Funktionen des Produktdurchlaufs

Einsatz von CA-Komponenten

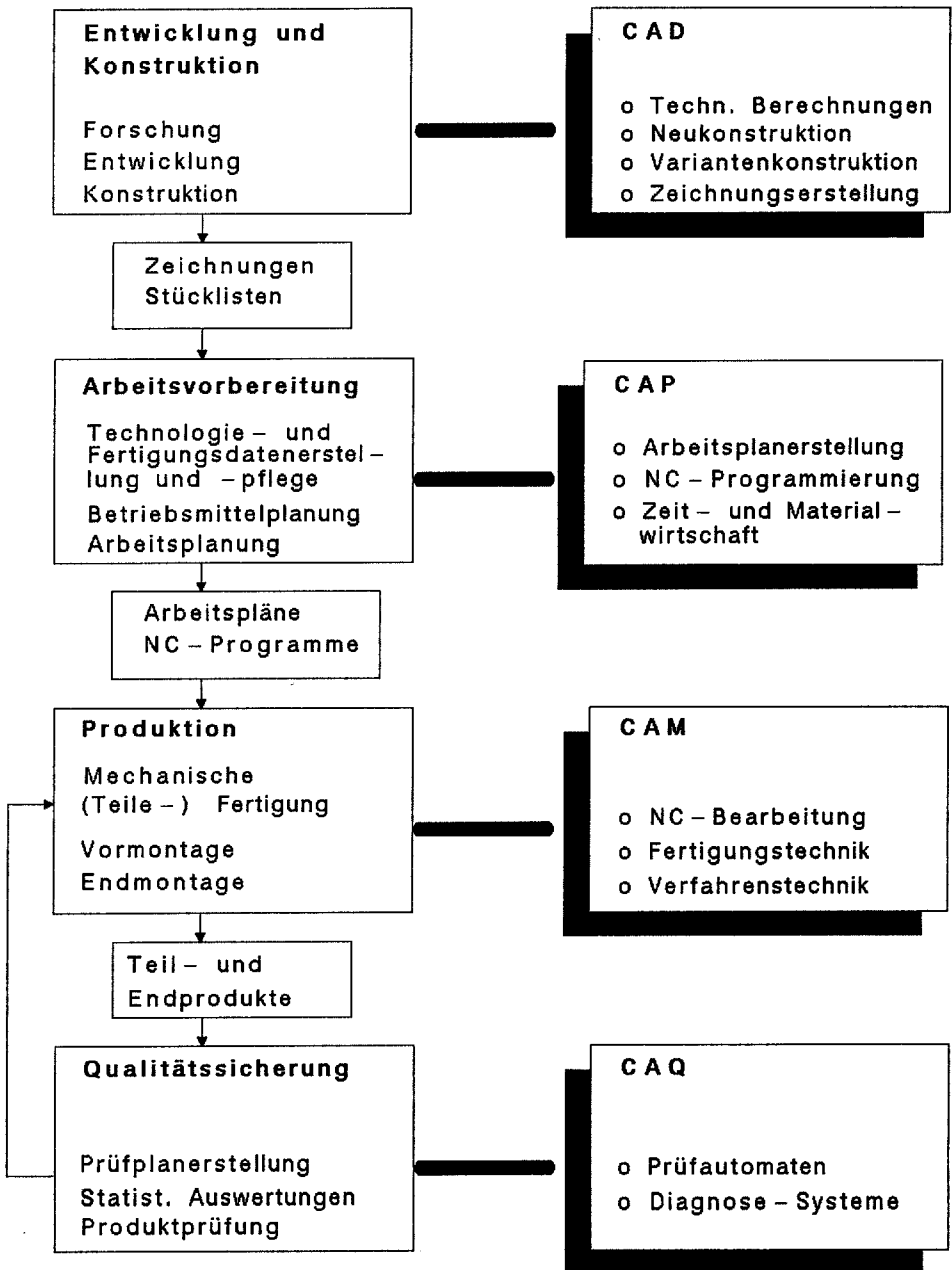


Bild 5.02: Produktdurchlauf und Einsatz von CA-Komponenten

(4) Die gegenwärtigen Hauptanstrengungen der CAD/CAM-Vernetzung richten sich auf die Integration von CAD-Systemen mit NC-Programmiersystemen und CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen bzw. flexiblen Fertigungssystemen oder -zellen. Allerdings sind diese Integrationsbemühungen mit einer Reihe teilweise **hoher Barrieren und Schwierigkeiten** konfrontiert. Im einzelnen handelt es sich hierbei zunächst um die folgenden, weitgehend bekannten Vernetzungsprobleme (vgl. Hirsch-Kreinsen 1986, S.21 ff):

(a) Zum ersten geht es um die viel diskutierten **Schnittstellenprobleme**, sowohl hinsichtlich der Kompatibilität von Hardwarekomponenten als auch insbesondere hinsichtlich der Kompatibilität der unterschiedlichen Softwarestrukturen von Betriebs- und Anwendungssystemen. Trotz aller laufenden Standardisierungsbemühungen²²⁾ bleiben bislang, so die Auskunft von Experten, für die meisten Anwender aufwendige betriebsspezifische Schnittstellenlösungen die Regel²³⁾. Dies hängt u.a. vor allem auch damit zusammen, daß in der Vergangenheit in vielen Betrieben in unterschiedlichen Funktionen verschiedene Hard- und Software-Systeme „inselartig“ installiert worden sind, was in der Praxis Barrieren gegenüber Integrationsabsichten bedeutet.

„Regelmäßig laufen vor allem Arbeitsplanverwaltungs- und -erstellungssysteme auf anderen Rechnern als CAD-Anwendungen,... Ähnliches gilt in einigen Untersuchungsbetrieben auch für NC-Programmier- oder Berechnungssysteme. Sieht man aber hiervon ab, so resultieren aus der verbleibenden Vielfalt von Softwaresystemen zur Unterstützung produktionsvorbereitender Tätigkeiten in den einzelnen Betrieben noch genügend 'Kopplungsprobleme'.“ (Manske, Wolf 1988, S.24)

So wird beispielsweise – durchaus nicht untypisch – in einem der von uns erfaßten Betriebe über erhebliche Einführungsprobleme bei der Verknüpfung des CAD-Systems mit CAP- und CAM-Funktionen berichtet. Es zeigten sich hier erhebliche Schnittstellen- und Kompatibilitätsprobleme vor allem bei der Übernahme bereits vorhandener Programme,

-
- 22) Zur Lösung des Schnittstellenproblems werden zunehmend Normierungsversuche unternommen. Zu nennen sind hier insbesondere die von General Motors in USA initiierten Arbeiten an MAP, die auch bei uns zunehmend Bedeutung erlangen. Die Tendenz zur Normierung wird allerdings von den großen Herstellerbetrieben eher kritisch betrachtet, da ihnen die Monopolstellung bei den auf ihre Produkte und Produktlinien festgelegten Kunden verloren gehen kann. Die Großanwender von EDV drängen dagegen auf eine schnelle Standardisierung der Schnittstellen, um ihre „Informationshoheit“ nicht nur im eigenen Konzern, sondern auch auf die Zulieferer ausweiten zu können. Andererseits sind gerade sie wiederum in der Lage, „selbstgeschneiderte“ Lösungen zu entwickeln.
- 23) Die Probleme liegen bereits im Ursprung bei den Systemherstellern. Eine generell umfassende CAD/CAM-Integration scheint auf absehbare Zeit nicht ohne weiteres von einem einzelnen EDV- oder Software-Anbieter alleine geleistet werden zu können. Das zeigt sich bei den bekannten großen Hardwareherstellern, die ihre Probleme über partnerships mit Software-Häusern und ähnlichen Spezialunternehmen zu lösen suchen. Als Beispiel kann auch ein Hersteller angeführt werden, der für eine CAD-NC-Integration sowohl die Hardware als auch das Betriebssystem und die Anwender-Software aus einer Hand anbieten wollte. Das Ergebnis war eine – den eigenen Kompetenzen entsprechend – hervorragende Software, jedoch eine Hardware und ein Betriebssystem, die deutlich unter den üblichen Standards lagen (Expertengespräch 1987).

obwohl das eingesetzte CAD-System in anderer Hinsicht sehr fortschrittlich ist und bereits standardmäßig über NC-Module, NC-Schnittstellen und Geometriestandardschnittstellen verfügt (Fall 29, Maschinenbau, 550 Beschäftigte).

Ein anderer Maschinenbaubetrieb kann dagegen die angestrebte Kopplung von CAD- und NC-System nicht realisieren, weil das installierte CAD-System, das immerhin zu den gängigsten Systemen auf diesem Gebiet zählt, wegen unterschiedlicher Datenformate sich nicht mit dem NC-System verbinden läßt (Fall 49, 4.500 Beschäftigte).

Die Schnittstellenproblematik bezieht sich bei der CAD/CAM-Vernetzung insbesondere auf die Lösung einer möglichst effizienten und fertigungsgerechten Geometrieweitergabe aus dem CAD-System, sowie die Vernetzung mit den unterschiedlichsten CNC-Steuerungen in der Werkstatt, was vor allem die schwierige Anpassung vorhandener und unter Umständen langjährig genutzter Rechnerkomponenten erfordert.

(b) Zum zweiten ergeben sich Einführungshindernisse aus der **Unwägbarkeit der ökonomischen Vorteile** vernetzter Systeme; deren Einführung erfordert nicht nur einen hohen Investitionsaufwand, sondern zieht auch im voraus nur schwer kalkulierbare Kosten für die laufende Systemverwaltung und Systempflege nach sich. Dieses Problem stellt sich bekanntermaßen nach wie vor insbesondere für die Masse der mittleren und kleineren Betriebe der Investitionsgüterindustrie, da nach Expertenangaben allein die Kosten einer Systemeinführung sehr schnell die Grenze mehrerer Millionen DM überschreiten können.

So wurden beispielsweise in einem kleineren Betrieb die – neben der aktuell eingeführten CAD-CAP-Kopplung – zunächst geplanten weiteren Vernetzungen CAD-CAM und CAP-CAM schließlich verworfen, da davon für die nächsten Jahre weder eine weitere Verkürzung der Durchlaufzeiten noch Personaleinsparungen erwartet werden konnten. Auch war man sich hier unklar darüber, ob die durch CIM zu erwartenden Produktivitätsfortschritte überhaupt ausreichen würden, die Kostensituation des Betriebs entscheidend zu verbessern. Insbesondere sei eine wirtschaftliche Nutzung des CAD-Systems ausgeschlossen, da dort Schichtbetrieb nicht eingeführt werden kann. Schließlich wurden in diesem Betrieb – ähnlich wie in anderen Unternehmen – Einführungsprobleme beobachtet, die zum einen mit technischen Störungen in Hard- und Software zu tun hatten, zum anderen auch in Motivations- und Akzeptanzproblemen seitens der Mitarbeiter gesucht werden können. Dadurch verstärkten sich die Unsicherheiten bezüglich der Wirtschaftlichkeit weiterer Computersysteme und -vernetzungen (Fall 33, Maschinenbau, 150Beschäftigte)

(c) Darüber hinaus findet sich noch eine ganze Reihe spezifischer, auf die CAD/CAM-Vernetzung bezogener **Realisierungsprobleme**, auf die befragte Experten und Betriebspraktiker verweisen:

- Bei komplexeren Teilen und mehrachsigen Bearbeitungsverfahren (3- bis 5-Achsen-Bearbeitung) ist häufig die Voraussetzung für eine funktionsfähige CAD/CAM-Vernetzung die Existenz von 3D-CAD-Systemen, die sehr aufwendig und teuer zu installieren und bislang offensichtlich noch relativ wenig verbreitet sind.

So wurde beispielsweise die Einführung eines solchen Systems der CAD-NC-Kopplung in einem Maschinenbaubetrieb nur deshalb vorangetrieben, weil einer der wichtigsten Kunden ankündigte, seine Konstruktionsunterlagen nicht mehr als technische Zeichnung, sondern nur noch in Form von CAD-Daten auf Magnetbändern zu liefern. Erste Versuche mit der CAD-NC-Kopplung werden derzeit in der 3D-Oberflächenbearbeitung von Guß mit einer 5-Achs-Fräsmaschine unternommen. Für diese Verfahrenslinie werden die Arbeitsplätze des zuständigen Konstrukteurs und des NC-Programmierers in einem Büro zusammengefaßt, so daß jederzeit eine Kommunikation und Rückkopplung zwischen diesen beiden, bei der herkömmlichen Organisationsweise räumlich getrennten Sachbearbeitern möglich ist. Die extern erstellten CAD-Daten werden intern über das CAD-System eingelesen und notfalls in Rücksprache mit dem Kunden aufgrund fertigungstechnischer Notwendigkeiten abgeändert. Bei den Versuchen zeigte sich, daß die Algorithmierung und mathematische Beschreibung der Oberfläche von Gußteilen erhebliche Probleme aufwirft, da es sich im Normalfall nicht um plane Flächen handelt. Die skizzierte Lösung gilt im Anwenderbetrieb eigentlich als unrentabel, man sah sich aber zu ihrer Einführung aus den genannten Gründen gezwungen (Fall 19, Zulieferer zur Automobilindustrie, ca. 1.000 Beschäftigte).

- Andererseits ist ganz offensichtlich die Rentabilität vor allem der CAD-NC-Vernetzung (vgl. weiter unten Abschnitt 5.2.2) an eine Untergrenze der Teilekomplexität gebunden, da andernfalls der durch die Geometrieübertragung bei der Programmierung eingesparte Zeitanteil den Aufwand eines integrierten Systems nicht rechtfertigt.
- Bezweifelt wird gelegentlich, daß integrierte CAD/CAM-Systeme prinzipiell den unterschiedlichen Anforderungen, insbesondere der Konstruktions- und Programmieraufgaben, gerecht werden und einen effizienteren Prozeßablauf als mit Stand-alone-Systemen ermöglichen (vgl. etwa Schaeffer 1987).
- Zumeist erfordert die Einführung eines vernetzten Systems die u.U. weitreichende Reorganisation bisheriger Datenbestände und Kommunikationsflüsse, was vielfach nicht nur ein aufwendiger, sondern auch ein risikoreicher Prozeß ist. Beispielfhaft wurden hier Zeiträume von mehr als zwei Mannjahren allein für die CAD/CAM-gerechte Definition des Produktdatenmodells genannt, an der bis zu zwanzig verschiedene betriebliche Funktionsbereiche zu beteiligen seien (vgl. Maier 1985).

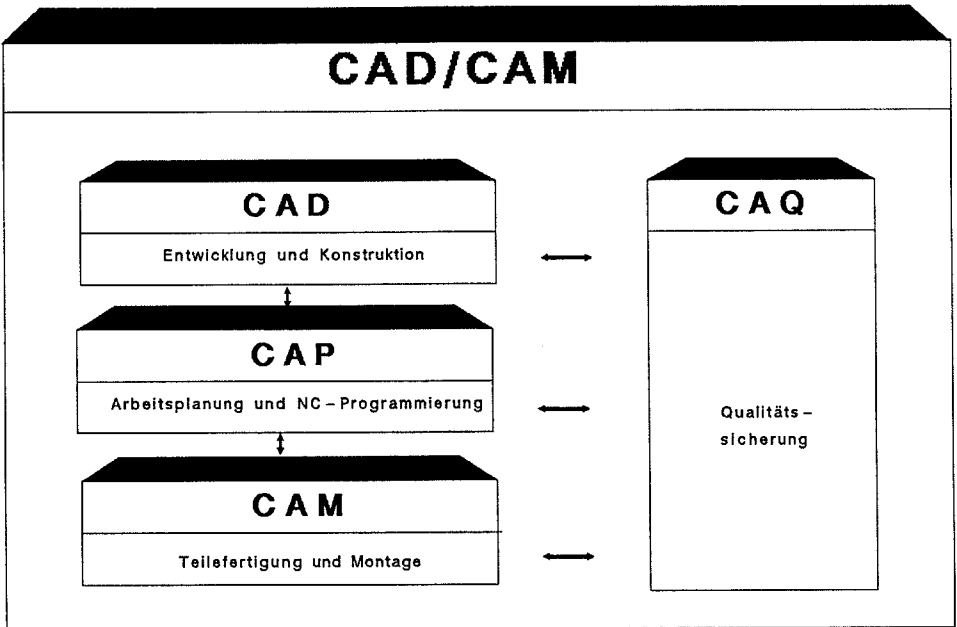
Schließlich wird auch immer wieder auf das insgesamt sehr **verwirrende Systemangebot** auf dem Technikmarkt verwiesen, was insbesondere für kleinere Betriebe ohne größere Planungsressourcen eine nicht zu unterschätzende Barriere für eine CAD/CAM-Einführung darstellt. Hinzu kommen die bekannten Unsicherheiten im personellen Bereich. Viele Betriebe sehen die erheblichen Erfahrungslücken bei der Planung und beim Betreiben derart komplexer Systeme als eine zusätzliche Erhöhung der Risikofaktoren an.

5.2 Derzeit relevante Pfade der CAD/CAM-Vernetzung

Die genannten Vernetzungsprobleme sind sicherlich eine der zentralen Ursachen sowohl für die insgesamt bislang nur begrenzte Verbreitung von CAD/CAM-Systemen als auch für die doch große Heterogenität ihrer informationstechnischen Auslegung.

5.2.1 Umfassende CAD/CAM-Vernetzung noch kaum anzutreffen

Noch kaum verbreitet sind zunächst solche Systeme, in denen sämtliche in der Betriebserhebung erfaßten technischen CAD/CAM-Funktionen übergreifend und durchgängig vernetzt sind. Unter den knapp 1.100 Betrieben der Investitionsgüterindustrie fand sich nur ein Fall, bei dem nach den betrieblichen Angaben Vernetzungen zwischen allen vier Funktionen 1986/87 bereits realisiert waren (Bild 5.03).



Quelle: In Anlehnung an AWF-Empfehlung 1985

Bild 5.03: Komponenten der CAD/CAM-Vernetzung

Es handelt sich um einen Betrieb der Elektroindustrie, der mit knapp 3.000 Beschäftigten zu etwa 60 % Umsatzanteil Programmierzeugnisse mit kundenspezifischen Variationen, zu etwa 40 % Standarderzeugnisse mit Varianten herstellt. Die wichtigste Produktgruppe besteht aus mehrteiligen Erzeugnissen mit komplexer Struktur, die übrigen Produkte haben eine eher einfache Struktur; generell herrscht Einzel- und Kleinserienfertigung vor, bei der Hauptproduktgruppe als Linien-, bei den übrigen als Werkstattfertigung organisiert.

Der Betrieb begann bereits Anfang der 70er Jahre mit EDV-Einsatz in kommerziellen Funktionen und investierte seit Mitte der 70er Jahre verstärkt in CNC-Maschinen, computergestützte Qualitätssicherung, flexible Fertigungssysteme etc. Von den verschiedenen CAD/CAM-Funktionen gibt es auch Verknüpfungen zum PPS-System (Fall 11).

Darüber hinaus gibt es unter den mit der Betriebserhebung erfaßten Betrieben vier weitere, die ebenfalls die Rechnerintegration in den CAD/CAM-Funktionen bereits weit vorangetrieben haben (und fünf der erfaßten sechs Vernetzungen aufweisen). Zusätzlich bestehen auch hier jeweils bestimmte Verbindungen zu PPS-Funktionen. Vor allem die Qualitätssicherung ist in diesen Fällen noch nicht ähnlich umfassend wie andere Funktionen in das CAD/CAM-System integriert. Im einzelnen handelt es sich um:

- einen Großbetrieb der Elektrotechnik mit etwa 8.000 Beschäftigten, der ein sehr breites und vielfältiges Spektrum von Investitions- und Konsumgütern – von Einmal- bis Großserienfertigung – herstellt;
- einen Maschinenbau-/Elektrotechnik-Betrieb, der mit ca. 1.000 Beschäftigten komplexe mehrteilige Erzeugnisse, sowohl als Standardprodukte mit Varianten, als auch nach Kundenspezifikationen in Einzel- und Kleinserienfertigung herstellt;
- schließlich zwei Hersteller von EBM-Waren mit knapp 100 bzw. ca. 150 Beschäftigten, wobei der eine in Massenfertigung, der andere in Einmal- bis Großserienfertigung produziert.

Die beiden Großbetriebe sind schon recht früh (Ende der 60er/Anfang der 70er Jahre) in EDV-Anwendungen eingestiegen, die kleineren Betriebe haben dagegen den Computereinsatz erst seit Ende der 70er Jahre forciert und breiter ausgebaut.

Wie diese Beispiele verdeutlichen, weisen die in der CAD/CAM-Vernetzung weit fortgeschrittenen Betriebe kein einheitliches Strukturmuster auf. Es finden sich sowohl Großbetriebe, bei denen die Herstellung von Standardprodukten (mit Varianten) eine erhebliche Rolle spielt, als auch eher kleinere Unternehmen der EBM-Warenherstellung, was auf die Bedeutung des Werkzeug- und Formenbaus verweist.

Darüber hinaus zeigen die genaueren Recherchen in einzelnen Betrieben, daß im Fall einer durchgängigen CAD/CAM-Vernetzung in der Regel – vielleicht mit der Ausnahme weniger Großbetriebe etwa der Luftfahrt- und Rüstungsindustrie – keineswegs das gesamte Produkt- bzw. Verfahrensspektrum eines Betriebs von der Vernetzung erfaßt wird. Typischerweise beschränkt sich – insbesondere im Maschinenbau – die Vernetzung auf einen speziellen Ausschnitt der Fertigung, auf ein bestimmtes Bearbeitungsverfahren oder einen Teil des Produktspektrums und die damit verbundenen Bearbeitungsgänge. Die angetroffenen Technikkösungen weisen aufgrund ihres in der Regel betriebsspezifischen Charakters dabei im einzelnen die unterschiedlichsten Konzeptionen auf.

Als Beispiel kann hier ein Betrieb der Maschinenbaubranche angeführt werden, der Zulieferteile für die Automobil- und Fahrzeugindustrie fertigt. Innerhalb dieses Unternehmens gibt es als eigenständige Sparte den Vorrichtungsbau, der die Aufgabe hat, für die Teilefertigung produktspezifische Maschinen, Werkzeuge und Vorrichtungen herzustellen. Wegen der veränderten Marktanforderungen, die insbesondere in einer wachsenden Typenvielfalt bei den Produkten, einer Verkürzung der Innovationszeiten sowie einer Steigerung von Komplexität und Präzisionsanforderungen an die Teile zum Ausdruck kommen, wurde zur Verbesserung der Reagibilität speziell für diesen Vorrichtungsbau nach einer Vorbereitungszeit von 3 Jahren (1978-1981) ein durchgängiges CAD/CAM-System aufgebaut.

Parallel besteht im Betrieb in der eigentlichen Produktion seit 1986 auch eine durchgängige Vernetzung vom CAD-System bis zur NC-Maschine, allerdings nur für Drehteile und Teile, die auf Drahterodiermaschinen bearbeitet werden. Für die Frästeile existiert eine solche Vernetzung nicht, da hier die Anforderungen bezüglich der Technologie-Daten zu hoch und die zur Umsetzung für nötig gehaltenen Expertensysteme noch nicht anwendungsreif sind. Im übrigen sind hier CAQ-Systeme – wie häufig im Maschinenbau im Gegensatz etwa zur Elektrotechnik – noch nicht voll in die CAD/CAM-Systeme integriert (Fall 20, 9.500 Beschäftigte).

Als Beispiel dafür, daß sich die Vernetzung auf einen speziellen Ausschnitt des Produktspektrums und der damit verbundenen Bearbeitungsverfahren beschränkt, kann das Werk eines Elektrokonzerns angeführt werden, in dem seit zwei Jahren für die physikalisch kleineren Geräte des Produktspektrums eine CAD/CAM-Vernetzung realisiert wird (Fall 11, 2.500 Beschäftigte).

Vieles spricht dafür, daß diese Vielfalt technischer Konzeptionen sowie den jeweiligen spezifischen betrieblichen Bedürfnissen angepaßte Lösungen noch lange fortbestehen wird.

5.2.2 Selektive Teilvernetzungen überwiegen

(1) Im Unterschied zu einer – wenigstens in Ausschnitten des betrieblichen Produktionsapparats – mehr oder weniger durchgehenden Vernetzung, die nach den Erhebungsergebnissen 1986/87 nur bei ca. einem halben Prozent der Betriebe der Investitionsgüterindustrie realisiert war, hat eine größere Zahl von Betrieben (insgesamt ca. 6 % in der Investitionsgüterindustrie) selektiv bestimmte **Teilpfade** der CAD/CAM-Vernetzung realisiert oder zumindest in Angriff genommen (**Tabelle 5.01**).

Im Durchschnitt gibt es bei den Betrieben, die überhaupt bereits eine CAD/CAM-Vernetzung aufweisen, zwei solche datentechnischen Verknüpfungen zwischen drei Funktionsbereichen; bei über der Hälfte existiert aber nur eine solche Verbindung, noch am häufigsten zwischen der computergestützten Arbeitsplanung und Fertigung (CAP-CAM). Vernetzungen zwischen drei und mehr CAD/CAM-Teilfunktionen gibt es jeweils nur in einem oder weniger Prozent aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie.

Tabelle 5.01: 1986/87 realisierte Vernetzungen zwischen CAD/CAM-Funktionen²⁴⁾ in der Investitionsgüterindustrie

	in % aller Betriebe realisiert (N = 1.096)	in % der Betriebe mit Vernetzungen (N = 68)
sechs Vernetzungen	0,1	1,6
fünf Vernetzungen	0,3	4,8
vier Vernetzungen	0,2	3,2
zwei Vernetzungen	1,3	21,0
eine Vernetzung	3,2	51,6
keine Vernetzung realisiert	93,8	----

CAD/CAM-Vernetzungen finden sich vor allem in der Elektrotechnik (in ca. 13 % der Betriebe realisiert) und im Maschinenbau (knapp 9 %), seltener im Stahlbau (5 %) und der EBM-Warenindustrie (4 %). Wie bereits mehrfach angemerkt, nimmt die Verbreitung mit der Betriebsgröße deutlich zu: von 2 % bei Betrieben mit 20 bis unter 50 Beschäftigten bis zu 37 % bei Großbetrieben mit 1.000 und mehr Beschäftigten (vgl. dazu weiter unten **Tabelle 5.04**).

Die folgende Aufstellung zeigt die Häufigkeit einzelner Verbindungen zwischen CAD/CAM-Funktionen, unabhängig davon, ob ein Betrieb eine oder mehrere Vernetzungen aufweist (**Tabelle 5.02**).

Tabelle 5.02: Häufigkeit verschiedener realisierter CAD/CAM-Vernetzungen in der Investitionsgüterindustrie

	in % aller Betriebe realisiert (N = 1.096)	Anteil in % an den realisierten Vernetzungen (N = 137)
CAD - CAP	2,7	21,2
CAD - CAM	2,7	21,2
CAP - CAM	3,3	26,3
CAD - CAQ	1,5	12,4
CAP - CAQ	1,5	11,7
CAM - CAQ	0,9	7,3

24) Einzelner erfaßt wurden hier Vernetzungen zwischen folgenden vier Funktionen: CAD, CAP, CAM, CAQ, unabhängig davon, ob auch Verbindungen zu einem PPS-System bestehen.

Nach den Daten der Betriebserhebung 1986/87 ist die Verbindung zwischen computergestützter Arbeitsplanung und Fertigung (CAP-CAM) noch am häufigsten; relativ oft werden offensichtlich auch Konstruktion und Arbeitsplanung (CAD-CAP) bzw. Fertigung (CAD-CAM) datenmäßig verknüpft. Die Verbindungen einzelner technischer Funktionen zur Qualitätssicherung sind dagegen noch seltener, bedeutsam vor allem in der Elektrotechnik.

Wie indes die Befunde aus den einzelbetrieblichen Recherchen zeigen, spiegeln diese Daten die Realität nur sehr pauschal wider und bedürfen daher der Präzisierung und Akzentuierung. Demnach schälen sich im Rahmen der CAD/CAM-Integration zwei Schwerpunkte der Rechnerintegration heraus, nämlich die sog. CAD-NC-Vernetzung (2) und der Einsatz von DNC-Systemen (3).

(2) Zunehmende Bedeutung hat offensichtlich die datentechnische Verbindung zwischen **Konstruktion und NC-Programmierung**, die sich in den Daten der Betriebserhebung sowohl hinter den Angaben zur CAD-CAP- als auch vor allem zur CAD-CAM-Vernetzung verbirgt (**Tabelle 5.02**)²⁵). Der Grund für die Bedeutung dieses Teilpfads ist, daß zwischen CAD und dem NC-Programmiersystem wegen der gemeinsamen Verwendung der Teilegeometrie ein hoher Anteil gemeinsamer Datenmengen vorliegt und daher Rationalisierungspotentiale sich relativ direkt eröffnen (vgl. Maier 1986, S.71ff), andererseits spielen hier sowohl eine massive staatliche Förderung in den letzten Jahren als auch ein zunehmendes Angebot auf dem Technikmarkt eine Rolle (vgl. Kuntze u.a. 1988).

Die von der Konstruktion in Richtung Fertigung verlaufenden Teilpfade der Vernetzung finden sich vor allem in Betrieben:

- deren (Haupt-)Produkte mehrteilig und komplex sind;
- die Standardprodukte mit Varianten bzw. Programmierzugnisse mit kundenspezifischer Variation herstellen;
- in Massen-/Prozeßfertigung einerseits, in Einzel- bis Kleinserienfertigung andererseits arbeiten;
- und deren Fertigungsorganisation durch Fertigungsinseln oder Mischformen gekennzeichnet ist.

Wie zu erwarten, finden sich solche Systeme vor allem bei größeren Betrieben und vorwiegend in der Elektrotechnik, im Maschinenbau, aber auch im Stahlbau (vgl. dazu weiter unten **Tabelle 5.04**).

25) Von Bedeutung sind hierfür wohl hauptsächlich die bereits erwähnten, bei einer postalischen Erhebung durchschlagenden, nach wie vor bestehenden Unsicherheiten der Begriffsverwendung im Feld der hier interessierenden computergestützten Integration. Dies gilt insbesondere für das Kürzelpaar CAD/CAM, unter dem nicht selten – anders etwa als im Definitionsversuch des AWF – lediglich die Vernetzung von CAD zur NC-Programmierung oder gar nur ein CAD-System mit einer Schnittstelle zu einem NC-System verstanden wird (vgl. auch Lay 1987).

Die einzelbetrieblichen Recherchen weisen darauf hin, daß – ähnlich wie bei der durchgehenden CAD/CAM-Vernetzung – auch CAD-NC-Systeme in der Regel lediglich bestimmte Ausschnitte des Teilespektrums und der Bearbeitungsverfahren umfassen. So werden etwa CAD-Systeme in vielen Betrieben erst in Teilbereichen und für einen geringen Teil des betrieblichen Produktspektrums genutzt. Gleichzeitig bleibt dann die konventionelle Konstruktion auch auf längere Sicht ein wichtiger, wenn nicht gar der wichtigere Bestandteil der Konstruktions- und Entwicklungsabteilung. Solche – auf lange Sicht sicherlich vorübergehenden – Begrenzungen sind oft bei Vernetzungen zwischen einzelnen Funktionsbereichen noch ausgeprägter.

So werden beispielsweise in Betrieb 23 (Maschinenbau, rund 4.500 Beschäftigte) nur vier von zehn Produktgruppen über das CAD-System konstruiert, was nur einen Anteil von etwa 10 % des gesamten Konstruktions- und Zeichnungsaufwands ausmacht, wobei auch wiederum die Änderungen momentan zumindest noch konventionell vorgenommen werden.

In einem anderen Betrieb findet das CAD-System und folglich auch die CAD-CAM-Kopplung nur im Karosserie-Werkzeugbau Verwendung, dessen Umsatzanteil hier lediglich ca. 25 % ausmacht (Fall 19, Maschinenbau, ca. 1.000 Beschäftigte).

Zum zweiten zeigen sich insbesondere bei der CAD-NC-Vernetzung die unterschiedlichsten technischen Lösungen, die bekanntermaßen prinzipiell ein in das CAD-System integriertes NC-Modul oder verschiedene Formen der Schnittstellenvernetzung zwischen dem CAD- und dem NC-System aufweisen können (Bild 5.04²⁶).

Je nach Lage der Schnittstelle zwischen dem CAD- und dem NC-System ergeben sich unterschiedliche organisatorische Nutzungsmöglichkeiten des Gesamtsystems (vgl. Grupe, Hamacher 1988). Diese unterschiedlichen technischen Lösungsformen finden sich nicht nur in verschiedenen Betrieben, sondern werden nicht selten auch in ein und demselben Betrieb parallel nebeneinander eingesetzt.

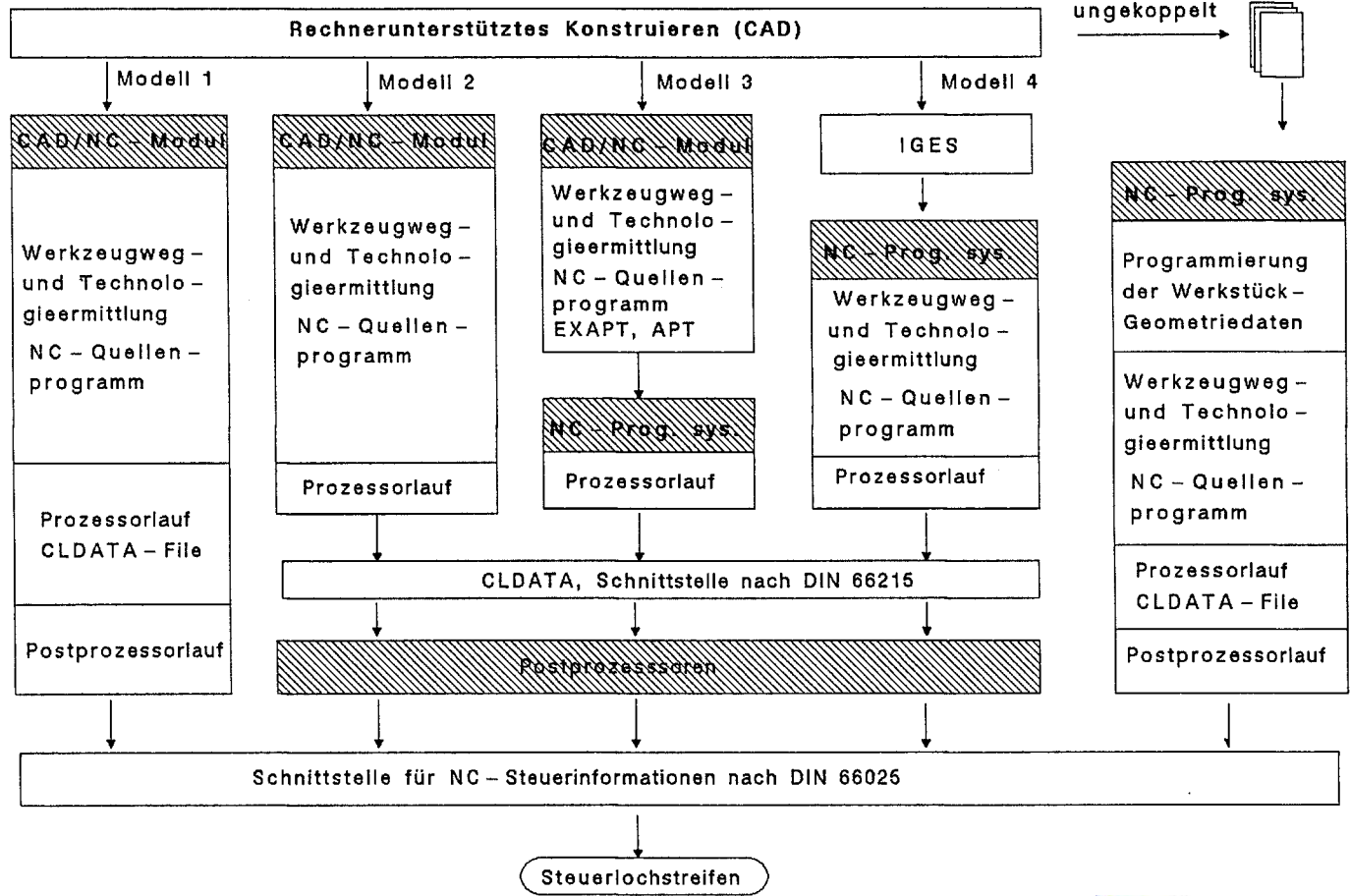
Beispielhaft sei hier die durchaus nicht untypische Situation eines Großbetriebs des Maschinenbaus etwas ausführlicher skizziert, der ein außerordentlich vielfältiges und breites Produktspektrum im Meßgeräte- und Anlagenbau abdeckt (Fall 23, ca. 4.500 Beschäftigte):

Das Produktspektrum umfaßt neben Programm- und Standarderzeugnissen mit zahlreichen Variationen auch Erzeugnisse nach Kundenspezifikation. Durchgängig handelt es sich bei diesen Produkten um mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur, was zum einen den Einsatz von CAD-Systemen und CAD/CAM-Kopplungen interessant, effi-

26) In Bild 5.04 werden folgende Abkürzungen verwendet:

- IGES = Initial Graphics Exchange Specification – Schnittstelle mit genormten Grafik-Austauschstandards;
- APT = Automatically Programmed Tools – das erste US-amerikanische Programmiersystem;
- EXAPT = Extended Subset of APT – eine spätere (deutsche) Weiterentwicklung von APT;
- CLDATA = Cutter Location Data – eine Sprache für NC-Prozessorausgabedaten (vgl. Grupe, Hamacher 1988).

Bild 5.04: Modelle der CAD/NC-Kopplung



zient und rentabel erscheinen läßt, andererseits aber auch besondere Anforderungen an Komplexität und Flexibilität derartiger Systeme stellt. Erschwerend kommen sich verstärkende Tendenzen der Marktanforderungen in Richtung auf Produktdifferenzierungen und das Eingehen auf Kundenwünsche hinzu, was eine schnellere Produktinnovationsrate und eine Beschleunigung des Auftragsdurchlaufs erfordert. Dies sind die Gründe dafür, daß hier die sog. vertikale Vernetzung von der Konstruktion über die Teilebearbeitung bis zur Montage im Vordergrund des Einsatzes computergestützter Techniken steht, wobei parallel dazu die Durchdringung des Betriebes über ein PPS-System betrieben wird.

Der Betrieb hat ständig ein Mengengerüst von 8.000-9.000 Kundenaufträgen zu bearbeiten, die in Einzelaufträgen und Kleinserien, teilweise auch Einmalaufträgen durch die Werkstätten geschleust werden. Hier wurde schon vor Jahrzehnten mit dem Einsatz von NC-Maschinen begonnen; heute gibt es eine breite Ausstattung mit CNC-Werkzeugmaschinen, flexiblen Fertigungszellen, DNC-betriebenen Maschinen und einem CAQ-System.

Ausgangsbasis für die CAD/CAM-Integration sind drei verschiedene, in der Vergangenheit inselartig aufgebaute CAD-Systeme:

System A:

Begonnen wurde in der Firma mit einem der ersten verfügbaren CAD-Systeme im Bereich der Leiterkartenentflechtung; hiermit werden die Rohleiterkarten konzipiert, die Bohrungen festgelegt und die Bauteile möglichst ohne Kreuzung der Leiterbahnen auf den Platinen plaziert.

System B:

Als Fortsetzung schaffte man sich für die mechanische Fertigung ein hard- und softwaremäßig gänzlich anders ausgelegtes System eines namhaften CAD-Anbieters an, das zwar die 3D-Darstellung inklusive Volumenmodell erlaubt, das aber im Moment noch lediglich auf 2D-Ebene genutzt wird. Die gesamte Komplexität des Programms soll erst schrittweise mit der weiteren Schulung der technischen Zeichner genutzt werden.

System C:

Als nächste Inselanwendung kam in der Elektrotechnik des Unternehmens ein Programm zum Einsatz, das Anwendung in der Schaltschrankverdrahtungskonstruktion und Stromlaufverfolgung findet. Dieses System liefert parallel zur eigentlichen Bearbeitung automatisch die Komponentenliste, die anschließend zu einer Stückliste verdichtet werden kann.

Wie bereits erwähnt, werden diese CAD-Systeme derzeit für 4 von 10 Produktgruppen verwendet und vereinen somit nur etwa 10 % des gesamten Konstruktions- und Zeichnungsaufwands. Erwartet werden vor allem Zeitersparnisse in der Änderungskonstruktion, wenn der momentan laufende Aufbau einer umfangreichen Datenbank weiter fortgeschritten ist. Derzeit werden Änderungskonstruktionen noch manuell vorgenommen.

Für das CAD-System C in der Stromlaufplankonzeption wird gegenwärtig eine Bauteilbibliothek aufgebaut. Weitere Vernetzungsvorhaben gehen hier zum einen in Richtung auf die Verknüpfung mit der automatischen Arbeitsplanerstellung im Funktionsbereich der Arbeitsvorbereitung (CAP). Zum anderen sollen im laufenden Betrieb Teilestamminformationen und -statusdaten aus der kommerziellen Datenverarbeitung einfließen. Ebenfalls vorbereitet wird – in umgekehrter Richtung – die Stücklistenübertragung aus dem CAD-System in die zentrale Datenverarbeitung.

Ebenso kurz vor der Realisierung steht die CAD-NC-Kopplung beim Stanzen beim CAD-System B für die mechanische Konstruktion. Als vordringliches Problem ist hier die Auswahl der NC-relevanten Geometriedaten zu lösen, da in diesem Fall in den beiden Teilfunktionen CAD-System bzw. NC-Programmiersystem unterschiedliche Sichtweisen bei Flächendefinitionen und -ansteuerungen vorherrschen; deshalb sind Standardlösungen nicht möglich. Zwar ist die Frage der hierfür notwendigen CAD-Geometrie- und Technologiedatenverknüpfung und infolgedessen der Geometriedatenübergabe im Moment schon theoretisch und technisch gelöst, doch müssen die Technologiedaten, „die sich lediglich in den Köpfen der Arbeitsvorbereiter befinden“, erst noch in eine Datenbank übertragen werden.

Zwei Kopplungsmodelle (Bild 5.04) sind derzeit in der Diskussion:

- a) die direkte Integration der NC-Programmierung ins CAD-System nach Kopplungsmodell 1,
- b) die via IGES (Initial Graphics Exchange Specification = eine Geometrie-Standardchnittstelle) realisierte Übertragung der Geometriedaten in ein besonderes CAD-NC-Programmier-System (Modell 4).

Außerdem ist bei dieser CAD-Anwendung unabhängig von der Lösungsvariante der CAD-NC-Kopplung daran gedacht, das NC-Programmiersystem der Arbeitsvorbereitung mit dem in der Produktion eingesetzten BDE-/DNC-System zu verknüpfen (CAP-CAM-Kopplung).

Schließlich ist in der nächsten Zukunft noch das CAD-System A in die CAD/CAM-Vernetzungsvorhaben einzubeziehen. Hier sieht eine noch nicht näher definierte Zielvorstellung vor, den Datenfluß vom CAD-System zu den Bestückungsautomaten in der Leiterplattenfertigung weitgehend zu automatisieren. Demgegenüber sind Vernetzungen zur Qualitätssicherung noch nicht einmal angedacht.

Dieses Beispiel verdeutlicht unter anderem, daß das Marktangebot an CAD-Systemen, die Verwendungsmöglichkeiten dieser Systeme und die betrieblichen Ausgangssituationen derart heterogen sind, daß weder von einheitlichen Einsatzgebieten noch von technischen Standardlösungen in bezug auf CAD/CAM-Kopplungen auszugehen ist (vgl. auch Wingert u.a. 1984). So sind die CAD-CAM- bzw. CAD-NC-Kopplungen keineswegs mit der Anschaffung eines CAD-Systems mit entsprechenden NC-Schnittstellen oder Geometrie-Standardchnittstellen bereits ohne weiteres realisierbar.

Insgesamt gesehen überwiegen derzeit aber wohl (noch) Schnittstellenvernetzungen zwischen CAD und der NC-Programmierung. Dies belegen auch differenziertere Daten einer ISI-Erhebung. Ursache hierfür ist, daß in vielen Betrieben ein schon seit längerem existierendes NC-Programmiersystem die Basis einer dann nur über Schnittstellen zu realisierenden CAD-NC-Vernetzung ist (Lay u.a. 1987, S.5ff).

(3) Ein weiterer relevanter Teilpfad der CAD/CAM-Vernetzung ist der Einsatz von **DNC-Systemen**, die sich in der Betriebserhebung in der Regel hinter dem Begriffspaar CAP-CAM verbergen. Im Gegensatz zu CAD-NC-Systemen gehen DNC-Konzepte bis in die 60er Jahre zurück, und sie haben in ihren technischen Grundkonzeptionen seitdem einen weitrei-

chenden Wandel erfahren (vgl. Kief 1986, S.416 ff). Grundlegend für alle DNC-Konzepte ist aber nach wie vor das Ziel, durch eine Vernetzung des NC-Programmiersystems und einer damit verbundenen Programmdatenverwaltung mit den CNC-Maschinen oder flexiblen Fertigungszellen bzw. -systemen in der Werkstatt einen vereinfachten und vor allem störungsfreien Austausch der NC-Programme zu erreichen. Neuere DNC-Systeme weisen darüber hinaus zusätzliche Funktionen wie Maschinen- bzw. Betriebsdatenerfassung oder die Vernetzung mit produktionsnahen Funktionen wie der Werkzeu gvoreinstellung auf.

Blieb die Verbreitung von DNC-Systemen über lange Zeit relativ begrenzt, so nimmt ihre Diffusion in jüngerer Zeit, insbesondere im Zusammenhang mit dem fortschreitenden Einsatz von CNC-Maschinen, deutlich zu.

Nach den Ergebnissen der Betriebserhebung verfügten 1986/87 nur etwa 3 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie über DNC-Systeme; in Maschinenbau und Elektrotechnik lag der Verbreitungsgrad mit ca. 5 % etwas höher. Nach den betrieblichen Planungen werden Anfang der 90er Jahre etwa doppelt so viele Betriebe der Investitionsgüterindustrie DNC einsetzen; besonders im Maschinenbau (6 %), aber auch im Stahlbau (3,5 %) planen überdurchschnittlich viele Betriebe die Ersteinführung von DNC-Systemen (vgl. weiter oben Kapitel 2, **Tabelle 2.03**).

Dieser Teilpfad der computertechnischen Integration findet sich vor allem bei Herstellern mehrteiliger, komplexer Produkte und dort, wo Programmzeugnisse mit kundenspezifischer Variation bearbeitet werden. Im übrigen sind es nicht – wie zu erwarten – die Betriebe mit Einzel- bis Kleinserienfertigung (beim Hauptprodukt), die die höchsten Anwenderquoten aufweisen, sondern die Massen- bzw. Prozeßfertiger, die – vermutlich in Randbereichen ihrer Produktion – am häufigsten solche Systeme nutzen. Außerdem ist auch dieser Teilpfad der CAD/CAM-Integration bei Betrieben mit Fertigungsinseln bzw. Mischfertigung am weitesten verbreitet – ohne daß hier eine Kausalbeziehung zu unterstellen wäre. Bei so charakterisierten Betrieben sind auch die nach den Planungen zu erwartenden Zuwachsraten neuer Erstanwender jeweils am höchsten.

Im einzelnen zeigen sich auch beim DNC-Betrieb die unterschiedlichsten technischen Lösungen, die von der Vernetzung eines zentralen maschinellen Programmiersystems mit den CNC-Maschinen, über die Vernetzung einfacher Programmmeditoren mit den Maschinen, bis hin zum DNC als bloßem Datensammler reichen (vgl. Hellwig u.a. 1983).

Ohne hier über genauere quantitative Daten zu verfügen, dürfte für den derzeitigen Stand der DNC-Verbreitung die Vernetzung eines zentralen Programmiersystems mit den CNC-Maschinen relativ typisch sein; dieses technische Konzept fand sich jedenfalls im Verlauf der qualitativen Erhebungen besonders häufig.

5.3 Perspektiven der CAD/CAM-Vernetzung

(1) Die Informationen aus der Breiterehebung verweisen auf der einen Seite auf eine erhebliche Dynamik bei der fortschreitenden Integration technischer betrieblicher Funktionen. Neben den rund 6 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie, die 1986/87 bereits Vernetzungen bei CAD/CAM-Funktionen aufzuweisen hatten, planten damals weitere rund 12 %, in absehbarer Zeit datentechnische Integrationen in diesem Feld erstmals zu verwirklichen. Darüber hinaus gab es in den meisten Betrieben mit schon vorhandenen Teilvernetzungen Planungen für einen weiteren Ausbau der Integration. Anfang der 90er Jahre werden demnach knapp ein Fünftel der Betriebe mindestens eine Vernetzung zwischen CAD/CAM-Funktionen realisiert haben (Tabelle 5.03).

Tabelle 5.03: 1986/87 realisierte oder geplante Vernetzungen zwischen CAD/CAM-Funktionen²⁷⁾ in der Investitionsgüterindustrie

		in % aller Betriebe realisiert/geplant (N = 1.096)	in % der in CAD/CAM aktiven Betriebe (N = 203)
sechs	Vernetzungen	1,7	8,8
fünf	Vernetzungen	2,0	10,7
vier	Vernetzungen	1,4	7,3
drei	Vernetzungen	4,1	22,0
zwei	Vernetzungen	3,4	18,5
eine	Vernetzung	6,0	32,7
keine	Vernetzung realisiert/geplant	81,5	----

Von diesen in der CAD/CAM-Integration aktiven Betrieben planten rund ein Drittel nur eine Vernetzung zu realisieren, etwa ein Fünftel dagegen ein relativ umfangreiches Netz mit fünf bis sechs Funktionsverknüpfungen. Die durchschnittliche Zahl der Verbindungen pro Betrieb nimmt nach diesen Planungen von knapp 2,0 (bei den 1986/87 bereits realisierten Systemen) auf 2,7 zu, d.h., daß nicht nur die Zahl der in der CAD/CAM-Integration aktiven Betriebe steigt, sondern sich auch der Kreis der jeweils einbezogenen Funktionen ausweitet, das datentechnische Netz dichter wird.

27) Einzeln erfaßt wurden hier Vernetzungen zwischen folgenden vier Funktionen: CAD, CAP, CAM und CAQ, unabhängig davon, ob auch Verbindungen zu einem PPS-System bestehen.

Tabelle 5.04: CAD/CAM-Vernetzungen realisiert oder geplant nach Betriebsgröße, Branche, Produkt- und Produktionsstrukturen
(Investitionsgüterindustrie gewichtet – Angaben in %)

Betriebe mit:	CAD/CAM-Vernetzung realisiert	CAD/CAM-Vernetzung geplant
a) Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)		
- 1 - 19	0,0	1,9
- 20 - 49	2,0	4,5
- 50 - 99	5,4	6,0
- 100 - 199	7,4	20,3
- 200 - 499	11,5	29,8
- 500 - 999	22,6	49,7
- 1.000 und mehr	36,9	33,2
b) Branche		
- Maschinenbau	8,5	18,1
- Elektrotechnik	12,7	15,5
- EBM-Waren-Industrie	4,3	9,0
- Stahl-/Leichtmetallbau	4,9	11,2
- Sonstige Branchen	1,8	6,2
c) Erzeugnisspektrum		
- Standarderzeugnisse ohne Varianten	4,2	8,8
- Standarderzeugnisse mit Varianten	6,9	10,0
- Programmerzeugnisse mit kundenspezifischer Variation	8,0	16,4
- Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	5,8	12,4
d) Erzeugnisstruktur		
- einteilige	5,7	7,7
- mehrteilige mit einfacher Struktur	4,5	10,7
- mehrteilige mit komplexer Struktur	8,5	16,4
e) Fertigungsart		
- Einmalfertigung	1,9	10,4
- Einzel-/Kleinserienfertigung	6,9	12,2
- Mittel-/Großserienfertigung	7,2	13,5
- Massen-/Prozessfertigung	8,9	13,3
f) Fertigungsorganisation		
- Linienfertigung	5,6	13,2
- Werkstattfertigung	5,8	11,1
- Fertigungsinseln	10,4	15,1
- Mischformen	10,9	21,4
Investitionsgüterindustrie insgesamt	6,3	12,2

Mehr als ein Viertel der Betriebe ab einer Größe von 100 Beschäftigten hat den Einstieg in die CAD/CAM-Integration bereits begonnen oder plant ihn in absehbarer Zeit; ab einer Größe von 500 Beschäftigten sind es sogar über 70 % (Tabelle 5.04 a).

Entsprechend den betrieblichen Planungen werden mehr als ein Viertel der Betriebe im Maschinenbau (27 %) und in der Elektrotechnik (28 %) demnächst jeweils mindestens eine datentechnische Verknüpfung²⁸⁾ realisiert haben, aber auch im Stahlbau (16 %) und in der EBM-Waren-Industrie (13 %) nehmen die Integrationsbemühungen deutlich zu (Tabelle 5.04 b).

Der Einstieg in die CAD/CAM-Integration ist um so wahrscheinlicher, je komplexer die (Haupt-)Produkte des Betriebs sind, je mehr mit Varianten gefertigt wird und die Fertigung in Inseln oder Mischformen organisiert ist. Außerdem steigt die Zahl der in der CAD/CAM-Integration aktiven Betriebe mit der Seriengröße.

Die folgende Aufstellung (Tabelle 5.05) gibt ein Bild über die Häufigkeit einzelner – realisierter oder geplanter – Verbindungen:

Tabelle 5.05: Häufigkeit verschiedener realisierter oder geplanter CAD/CAM-Vernetzungen in der Investitionsgüterindustrie

	% aller Betriebe realisiert/geplant (N = 1.096)	Anteil in % an den realisierten/ geplanten Vernetzungen (N = 556)
CAD - CAP	11,6	23,2
CAD - CAM	10,8	21,6
CAP - CAM	10,8	21,6
CAD - CAQ	6,1	12,2
CAP - CAQ	6,2	12,4
CAM - CAQ	4,6	9,2

Die Gesamtstruktur der Teilvernetzungen verändert sich nicht grundlegend, wenn zusätzlich zu den realisierten auch die geplanten Verbindungen einbezogen werden. Die Zahl der Vernetzungen von der Konstruktion

28) Erfaßt ist hier jeweils, ob ein Betrieb mindestens eine der möglichen Vernetzungen zwischen produktionstechnischen Funktionen CAD, CAP, CAM und CAQ realisiert oder geplant hat.

mit der NC-Programmierung (CAD-CAP bzw. CAD-CAM) scheint sich etwas überdurchschnittlich, diejenige der CAP-CAM-Verknüpfungen leicht unterdurchschnittlich zu erhöhen. Eine der Ursachen hierfür ist vermutlich die Wirkung der staatlichen CAD/CAM-Förderung im Rahmen des Programms Fertigungstechnik des Bundesministers für Forschung und Technologie (vgl. Kuntze u.a. 1988).

Darüber hinaus verweisen die Daten darauf, daß vermehrt auch die Qualitätssicherung in die CAD/CAM Vernetzung einbezogen wird. Allgemein zeigt sich, daß diese Tendenz hauptsächlich in den Betrieben der Elektrotechnik mit ihren häufig hohen Qualitätsstandards einerseits und ihrer Produktion in größeren Serien andererseits anzutreffen ist. Im einzelnen handelt es sich dabei um die Vernetzung von Planungs- und Programmiersystemen, CAD-Systemen und fertigungstechnischen Einrichtungen mit CAQ-Systemen. Diese Teilpfade werden zunehmend aber auch für Betriebe anderer Branchen relevant.

(2) Zur Dynamik zunehmender computertechnischer Integration zählt auch, daß Verbindungen zwischen den auf technische Produktionsfunktionen bezogenen CAD/CAM-Integrationspfaden und Systemen der Produktionsplanung und -steuerung auf- und ausgebaut werden. Auf solche Vernetzungen in CIM-Perspektive wird weiter unten (Kapitel 7) noch näher einzugehen sein.

(3) Auf der anderen Seite gibt es im Erhebungsmaterial auch deutliche Hinweise darauf, daß sich die Integration computergestützter CAD/CAM-Funktionen keineswegs überall rasch ausbreiten wird. Daß Vernetzungen zwischen CAD/CAM-Funktionen insgesamt bisher noch recht selten sind, hat selbstverständlich zuerst damit zu tun, daß viele Betriebe in den einzelnen Funktionsbereichen noch nicht computergestützt arbeiten. **Tabelle 5.06** zeigt jedoch, daß selbst dort, wo durch den EDV-Einsatz in mehreren Einzelfunktionen zumindest theoretisch die Voraussetzungen für eine datentechnische Integration gegeben sind, keineswegs alle Betriebe diese bereits realisiert haben bzw. in absehbarer Zeit zu verwirklichen planen.

Tabelle 5.06: Realisierte oder geplante CAD/CAM-Vernetzungen in Betrieben der Investitionsgüterindustrie mit Computereinsatz in Einzelfunktionen
(Investitionsgüterindustrie gesamt – Angaben in %)

Vernetzung	CAD-CAP (N = 70)	CAD-CAM (N = 121)	CAP-CAM (N = 147)	CAD-CAQ (N = 42)	CAP-CAQ (N = 43)	CAM-CAQ (N = 61)
realisiert	37,2	22,0	20,3	32,4	30,7	12,4
geplant	30,5	29,8	25,5	24,2	38,3	29,5
weder realisiert noch geplant	32,3	48,2	54,2	43,4	30,9	58,1

Erst etwa ein Fünftel bis ein Drittel der Betriebe, die in den jeweiligen Einzelfunktionen computergestützt arbeiten, haben die datentechnische Integration bereits begonnen. Zu ähnlich hohen Anteilen planen die Betriebe die entsprechenden Vernetzungslinien in absehbarer Zeit zu realisieren. In einem Drittel (z. B. bei CAD-CAP) bis über der Hälfte der Fälle (etwa bei CAP-CAM oder bei CAM-CAQ) ist jedoch eine datentechnische Verknüpfung in absehbarer Zeit nicht vorgesehen. Dies ist erneut ein Hinweis auf die bereits erwähnten Probleme und Barrieren (vgl. Abschnitt 5.1), die gegenüber einer raschen Realisierung von Integrationsabsichten nach wie vor bestehen.

(4) Auf der Basis der näheren Recherchen in einem Teil der durch die Breitenerhebung erfaßten Betriebe lassen sich zusammenfassend folgende Präzisierungen des Gesamtbildes der CAD/CAM-Integration formulieren:

- In vielen Betrieben wird bisher das in den technischen Systemen und Konzepten angelegte Potential in seiner vollen Komplexität noch kaum genutzt. Ganz offensichtlich sind erheblich größere Anstrengungen und Aufwendungen für einen vollen Umstieg auf die integrierten Systemlösungen erforderlich, als dies oft bei der Einführungsplanung der neuen Techniken absehbar ist.
- Wie mehrfach dargelegt, werden meist zur Begrenzung von Einführungskosten und -risiken bestimmte Vernetzungslösungen zunächst auf einzelne Teile des betrieblichen Produktionsprozesses beschränkt; eine durchgehende, alle relevanten betrieblichen Teilbereiche erfassende Integration ist selbst in den Fällen kaum je realisiert, die nach den Angaben in der postalischen Erhebung bereits über sehr komplexe Systeme verfügen.
- Das bei beschränkten finanziellen und personellen Ressourcen notwendigen schrittweise, an betriebsspezifisch definierten Schwerpunkten ansetzende Vorgehen ist mit einer Ursache dafür, daß sich einheitliche und dominierende Lösungen der Systemausgestaltung kaum abzeichnen; oft werden in einem Betrieb in unterschiedlichen Teilbereichen auch unterschiedliche Lösungen vorangetrieben; bei hohem betrieblichem Anpassungsaufwand werden sehr verschiedene Gesamtlösungen realisiert.
- Zu einem bestimmten Zeitpunkt bestehende Planungen müssen angesichts meist unvorhergesehen auftretender Probleme oft revidiert werden. In keinem der näher recherchierten Fälle wurden die Planungen rascher als vorgesehen realisiert; zumeist wurden im Gegenteil die ursprünglichen Planungszeiten verlängert oder auch die Komplexität der Vorhaben reduziert.

Im Maschinenbau betrifft dies beispielsweise oft die Integration der Qualitätssicherung, während in der Elektrotechnik CAD-CAM-Verknüpfungen eher zurückgestellt werden.

- Vor allem bei mittleren und kleineren Betrieben zeigt sich, daß ursprüngliche Planungen oft zu sehr von den ingenieurwissenschaftlichen, nur für Großbetriebe rentablen und vom personellen, sachlichen und zeitlichen Know-how her machbaren Szenarien beeinflusst sind, als daß sie ohne weiteres verwirklicht werden könnten.

Solche gegenüber weitgesteckten Erwartungen eher ernüchternden Feststellungen sind mittlerweile auch in der ingenieurwissenschaftlichen Literatur aufzufinden. So lassen sich beispielsweise die Erfahrungen namhafter europäischer CIM-Anwender in dem Fazit zusammenfassen: CIM-Einzelkomponenten sind in den Betrieben durchaus vorhanden, doch echte umfassende Integrationslösungen liegen noch kaum vor (vgl. Shah 1987). Zu ähnlichen Aussagen kommen auch Hoff (1987) und – speziell bezogen auf CAD-Systeme – Merhar (1987) sowie Gronwald (1987).

6 Produktionsplanung und -steuerung als „horizontale“ Integration administrativ-betriebswirtschaftlicher Betriebsfunktionen

PPS-Systeme weisen neben BDE-Systemen von allen EDV-gestützten Systemen der „produktionsnahen Dienste“ in der Investitionsgüterindustrie die höchsten zu erwartenden Zuwachsraten auf. Haben 1986/87 knapp 15 % aller Betriebe PPS-Systeme im Einsatz, so planen noch weitere knapp 19 % ihre Einführung. Der (geplante) zunehmende Einsatz computergestützter Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung ist als eine Reaktion der Betriebe auf veränderte Marktanforderungen (z. B. Individualisierung der Kundenwünsche, höhere Variantenvielfalt, kürzere Lieferfristen) zu begreifen. PPS-Systeme sollen dazu beitragen, die sich durch den Markt ergebenden Notwendigkeiten erhöhter (innerbetrieblicher) Flexibilität mit Rationalisierungszielen, wie z. B. der Reduzierung des Umlaufkapitals und Verkürzung der Durchlaufzeit, in Einklang zu bringen.

Parallel dazu gewinnt die Produktionsplanung und -steuerung in der Diskussion um CIM an Bedeutung. In PPS-Systemen sehen viele Autoren „das Herzstück“ bzw. den „Kristallisationspunkt“ der CIM-Strategie (vgl. Brankamp 1987, S. 11; Hackstein 1987, S. 13).

6.1 Stand der Technik und marktgängige PPS-Systeme

PPS-Systeme sind rechnergestützte Systeme, die Produktionsprozesse mengen-, termin- und kapazitätsgerecht planen, veranlassen und überwachen (vgl. Förster u. a. 1986, S.1). Bereits in den 60er Jahren wurden rechnergestützte Systeme zur Unterstützung der Produktionsplanung und -steuerung eingesetzt, die jedoch lediglich Einzelfunktionen im batch-Betrieb abdeckten. Aus ihnen wurden komplettere und komplexere PPS-Systeme entwickelt, deren Anwendung durch neue verfügbare Hilfsmittel (Bildschirme, Dialogsysteme) begünstigt wurde (vgl. Brankamp 1987, S. 3).

Vorläufer der PPS-Systeme waren konventionelle Planungshilfsmittel, wie z.B. Planungstafeln, an denen mit Sortier- und Zettelsystemen der Fertigungsablauf abgebildet und simuliert bzw. geplant werden sollte (vgl. hierzu und im folgenden Hirsch-Kreinsen 1984). Derartige Planungstafeln finden auch heute noch – wenn auch in modifizierten Formen – in manchen Betrieben in der Fertigungs- und Werkstattsteuerung Verwendung.

Der Einsatz der EDV im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung begann auf der Basis von Großrechnern. Daten über und für den Fertigungsablauf wurden periodisch (z. B. wöchentlich) im batch-Betrieb verar-

beitet und in Planungsdaten umgesetzt. Die batch-orientierte Verarbeitung ist auch heute noch Bestandteil von Modulen solcher PPS-Systeme, die große Mengen an Daten verarbeiten müssen (z. B. die Brutto/Netto-Bedarfsrechnung und die Durchlaufterminierung). Derartige Berechnungsvorgänge sowie die Dateneingabe werden jedoch heute im Dialog angetrieben und nicht mehr über Anweisung mittels Lochkarten. Die Ergänzung der Systeme durch Erfassungsterminals im Verlauf der 70er Jahre änderte jedoch nichts an deren Planungsmethoden. Sie weisen starre Algorithmen zum Errechnen von Planungsvorgaben auf und die PPS-Funktionskreise bauen sukzessive aufeinander auf, bedingen einander. Dabei entstehen überaus starre und komplexe Planungszusammenhänge sowie nicht unerhebliche Informationsverluste. Diese Systeme orientieren sich an Fertigungsstrukturen kundenanonymer Großserienfertigung. Ihr Pendant finden sie in den „starren“ Fertigungsleitrechnern bei verfahrenstechnischen Prozessen der Chemie- und Stahlindustrie, mithin in den ersten Einsatzgebieten für Leitrechner in der industriellen Fertigung. Derartige Konzeptionen mußten zwangsläufig in hochkomplexen, von vielen Variablen abhängigen Produktionsprozessen scheitern, wie sie etwa für den Maschinenbau typisch sind.²⁹⁾ Die Folge war, daß seit der zweiten Hälfte der 70er Jahre mehr und mehr PPS-Systeme entwickelt wurden, die stärker an die Bedürfnisse einer eher kundenorientierten Fertigung angepaßt sind. Dies findet seinen Ausdruck im modularen, dialogorientierten Aufbau der Systeme, der eine flexiblere und an wechselnde Fertigungsbedingungen anpassungsfähige Planung und Steuerung erlaubt. Dadurch wird auch die Abkehr von einer Totalplanung (und -steuerung) möglich, da neben der computergestützten Rahmenplanung auch für werkstattorientierte Planung und Steuerung computergestützte Systeme zur Verfügung stehen, die datentechnisch mit der zentralen Produktionsplanung und -steuerung integriert werden können.

Weiterhin werden jedoch auch PPS-Systeme angeboten und vor allem in der Großserienproduktion eingesetzt, die die Totalplanungssysteme adaptieren, deren Mankos jedoch über verbesserte Planungsalgorithmen sowie eine Integration der Betriebsdatenerfassung ausgeglichen werden sollen (vgl. Pabst 1985).³⁰⁾

Charakteristisch ist heute der Versuch, jeweils an die spezifischen Fertigungsbedingungen angepaßte Systeme anzubieten, jedoch ohne die Zielsetzung aufzugeben, die Funktionsbereiche der Produktionsplanung und -steuerung möglichst weit zu unterstützen. Nicht nur die Weiterentwicklung der Software, sondern auch die immensen Leistungssteigerungen der Prozessoren bei gleichzeitigem Preisverfall haben den Markt der PPS-Systeme, der bis dahin auf finanzstarke Groß- und Mittelbetriebe beschränkt war, auf die Kleinbetriebe ausgeweitet. Auch hier stehen mittlerweile leistungsfähige

29) So gibt es – nicht zufällig – auch unter den näher untersuchten Betrieben drei Betriebe des Maschinenbaus, die mit der Anwendung derartiger Systeme scheiterten. - Hierzu wie auch zu den folgenden Abschnitten vgl. Manske u.a. 1987.

30) Derartige „Totalplanungssysteme“ begegneten uns v. a. bei realisierten bereichsbezogenen CIM-Lösungen, die auf Basis von Fertigungsleitrechnern arbeiten.

Standardsysteme zur Verfügung (vgl. Kurpicz 1987). Heute am Markt erhältliche Standard-PPS-Systeme oder bei den Anwendern vorfindbare – eigenprogrammierte – Systeme sind zumeist bereits – im Sinne der Funktionsbereiche der Produktionsplanung und -steuerung – „horizontal“ vernetzende EDV-Systeme.

Gegenwärtig sind zwischen 200 und 300 verschiedene PPS-Standardsysteme in der Bundesrepublik Deutschland auf dem Markt (vgl. Bullinger 1988, S.14, Roos u.a. 1988), die jedoch unterschiedlichsten Integrationsstufen zuzuordnen sind. Nach einer Analyse des PPS-Marktes auf Basis von 82 Standardsystemen lassen sich

- ca. 16 % der Standardsysteme der Kategorie der Micro-Systeme (vernetzte PC's, AT's und Systeme bis DM 100.000),
- ca. 66 % der Kategorie der Midi-Systeme (Minicomputer bzw. mittlere Datentechnik, Systeme bis DM 250.000) und
- ca. 18 % der Kategorie der Makro-Systeme (Großrechner, Systeme über DM 250.000) zuordnen (vgl. Geitner u.a. 1988, S. 68 ff).

Wesentliche Unterschiede zwischen den Systemklassen ergeben sich zum einen aus dem Umfang der Unterstützung der PPS-Funktionen, insbesondere der Grobplanung, zum anderen aus der Speicherkapazität und Rechengeschwindigkeit sowie dem Vorhandensein oder Fehlen einer gemeinsamen Datenbank. Über eine Datenbank verfügen alle Makro-, 70 % der Midi-, aber nur die Hälfte der Micro-Systeme (Geitner u.a. 1988, S. 73). Desweiteren gibt es wichtige Unterschiede hinsichtlich des Vorhandenseins von Schnittstellen zu CAD/CAM-Systemen.

Der Art der Datenhaltung kommt deshalb besondere Bedeutung zu, da sie als Organisationsform der Grunddatenverwaltung eine redundanzfreie Speicherung und durch den Einsatz von Abfrageinstrumenten (QUERY's) einen schnellen Zugriff (vgl. auch Scheer 1987, S. 18 ff) ermöglichen soll. Der Trend geht deshalb immer mehr von hierarchischen zu relationalen Datenbanken. Die Grunddatenverwaltung ist daneben vor allem Anknüpfungspunkt für die Vernetzung des PPS-Systems mit CAD/CAM-Systemen. Die Lösung der Schnittstellenproblematik im Hinblick auf integrierte CIM-Lösungen ist jedoch bislang noch nicht in vollem Umfang praxismäßig realisiert (vgl. Kölle 1988, S. 10ff.). Neben der weiteren Entwicklung und Verbesserung der – relationalen – Datenbanken wird versucht, die PPS-Systeme im Hinblick auf die Planungsmethodik flexibler zu gestalten. Dies geschieht durch die Integration verschiedener Methoden, wie z. B. BOA (Konzept der belastungsorientierten Auftragsfreigabe), OPT (Optimized Production Technology), KANBAN und JIT (Just In Time). Solche Verfahren sind mittlerweile in verschiedenen Standardsystemen verfügbar (vgl. Geitner u.a. 1988; Roos u.a. 1988).

Ferner wird – auch im Hinblick auf die Bedeutung von PPS-Systemen für CIM-Strategien – von einer Veränderung der PPS-Systemarchitektur im Sinne einer „technischen“ Dezentralisierung ausgegangen. Diese Entwicklung korrespondiert mit dem generellen Trend zum modularen Aufbau von

PPS-Systemen, der theoretisch das beliebige (herstellernerunabhängige) Zusammenstellen eines PPS-Systems aus verschiedenen Modulen ermöglichen soll. Zunehmend werden Simulationsmöglichkeiten auf allen Ebenen der PPS-Systeme, auch im Rahmen der Werkstattsteuerung, angeboten. Letzteres ermöglicht eine computergestützte organisatorische Dezentralisierung von Planungs- und Steuerungsaufgaben. Die Integration der Betriebsdatenerfassung (BDE) in PPS-Systeme bzw. die Kopplung von BDE mit PPS-Systemen kann diese Entwicklung durch die Bereitstellung aktueller Daten unterstützen, aber auch wiederum Tendenzen der Zentralisierung fördern.

Zusammenfassend lassen sich vor diesem Hintergrund grob zwei Hauptlinien der PPS-Systementwicklung ausmachen:

- Zum einen wird eine weitere Optimierung **zentralistischer** Totalplanungssysteme angestrebt, indem ihr modularer, dialogorientierter Aufbau vorangetrieben wird und unterschiedliche Planungsmethoden, sowie die Betriebsdatenerfassung, integriert werden.
- Der zweite Weg führt zur Optimierung einer computergestützten Werkstattsteuerung, d. h. die zentrale computergestützte Rahmenplanung (Grobplanung) wird mit Hilfe **dezentral** verfügbarer PPS-Teilsysteme auf werkstattübergreifender Ebene (Leitstand) oder Werkstattebene ergänzt und unterstützt dort Feinplanung und Steuerung. In diesem Zusammenhang werden auch Verfahren entwickelt, die – um ein hohes Maß an Dispositionsspielräumen in der Werkstatt zu erhalten – den Arbeitnehmern computergestützte Planungs- und Steuerungshilfsmittel an die Hand geben (vgl. Nullmeier, Rödiger 1986, S.111 ff; Jahn, Kalb 1985).

Die computergestützten Systeme zur Werkstattsteuerung werden insbesondere den Einsatz von PPS-Systemen in Betrieben mit hoher Komplexität des Produktionsprozesses vorantreiben, wie sie für den Maschinenbau typisch ist. Totalplanungssysteme werden dagegen auch weiterhin vor allem in Branchen, wie z. B. der Unterhaltungselektronik, bestimmend bleiben, die durch große Serien und eher niedrige Prozeßkomplexität gekennzeichnet sind. Inwieweit die in Affinität zur allgemeinen EDV-Entwicklung konzipierten wissensbasierten Systeme (oder Expertensysteme), an deren Einsatz auch im Rahmen der Weiterentwicklung der PPS-Systeme gearbeitet wird (vgl. Böhm 1987), eher dezentrale oder aber zentralistische Planungs- und Steuerungskonzeptionen fördern werden, ist derzeit noch nicht auszumachen. Das allgemeine Ziel der PPS-Systementwicklung, die Durchgängigkeit von Planung und Steuerung zu ermöglichen, ist jedoch weder in der marktgängigen Standardsoftware noch in eigenentwickelten Systemen von Anwenderbetrieben generell erreicht.

6.2 Funktionsbreite der Produktionsplanung und -steuerung

Wie bereits ausgeführt, stellen die zur Produktionsplanung und -steuerung eingesetzten Systeme – bereits für sich allein betrachtet – die administrativ-betriebswirtschaftlichen Funktionen „horizontal“ vernetzende Systeme dar. Die Produktionsplanung und -steuerung begleitet den gesamten betrieblichen Leistungsprozeß und überlagert ihn informationell. Sie ist eine den Betriebsablauf organisierende Technik und in diesem Sinne Organisationstechnologie.

Die **Produktionsplanung** umfaßt demnach alle auftragsabhängigen Funktionen zur Planung der Produktion, die **Produktionssteuerung** alle auftragsabhängigen Funktionen zur Steuerung der Produktion (vgl. Hackstein 1985, S.17). Der Funktionsumfang der Produktionsplanung und -steuerung bestimmt sich in der Praxis nach mehreren Kriterien, insbesondere nach der Komplexität des Produktionsprozesses. So kann z. B. bei einer lagerbezogenen Serienfertigung die Kundenauftragssteuerung von der fertigungsauftragsbezogenen Planung und Steuerung getrennt werden (vgl. Scheer 1987, S. 21). Insofern stellt Bild 6.01 eine sehr weitgehende Definition des Funktionsumfangs der Produktionsplanung und -steuerung dar.

Einen Eindruck von der Komplexität der Produktionsplanung und -steuerung soll die Schilderung eines (idealtypischen) Grundmodells vermitteln. In einem weiteren Schritt wird dieses Grundmodell in seiner praktischen Ausformung am Beispiel eines Maschinenbaubetriebs dargestellt.

Informationelle Basis der Produktionsplanung und -steuerung sind:

- Konstruktionsdaten (Stücklisten und Zeichnungen),
- Daten der produktionstechnischen Arbeitsplanung über notwendige Bearbeitungsschritte und -operationen (Arbeitspläne),
- Daten über vorhandene Kapazitäten und ihre Verfügbarkeit, Maschinen- und Nutzungsdaten, Schichtpläne etc. (Betriebsmitteldaten).

Diese Informationen werden für die Produktionsplanung und -steuerung im Rahmen der **Grunddatenverwaltung** bereitgehalten.

Über die **Auftragssteuerung** werden Kundenaufträge angenommen und erforderliche Eingangsdaten zur Erstellung des Produktionsprogramms ermittelt. Bei kundenspezifischer Fertigung müssen dabei Kalkulationen, eventuell Konstruktionen, durchgeführt werden. Darüber hinaus geht es bei der Kalkulation um Kostenplanung, d.h. um eine Antizipation entstehender Kosten mit Zuordnung zu Kostenträgern oder Kostenstellen.

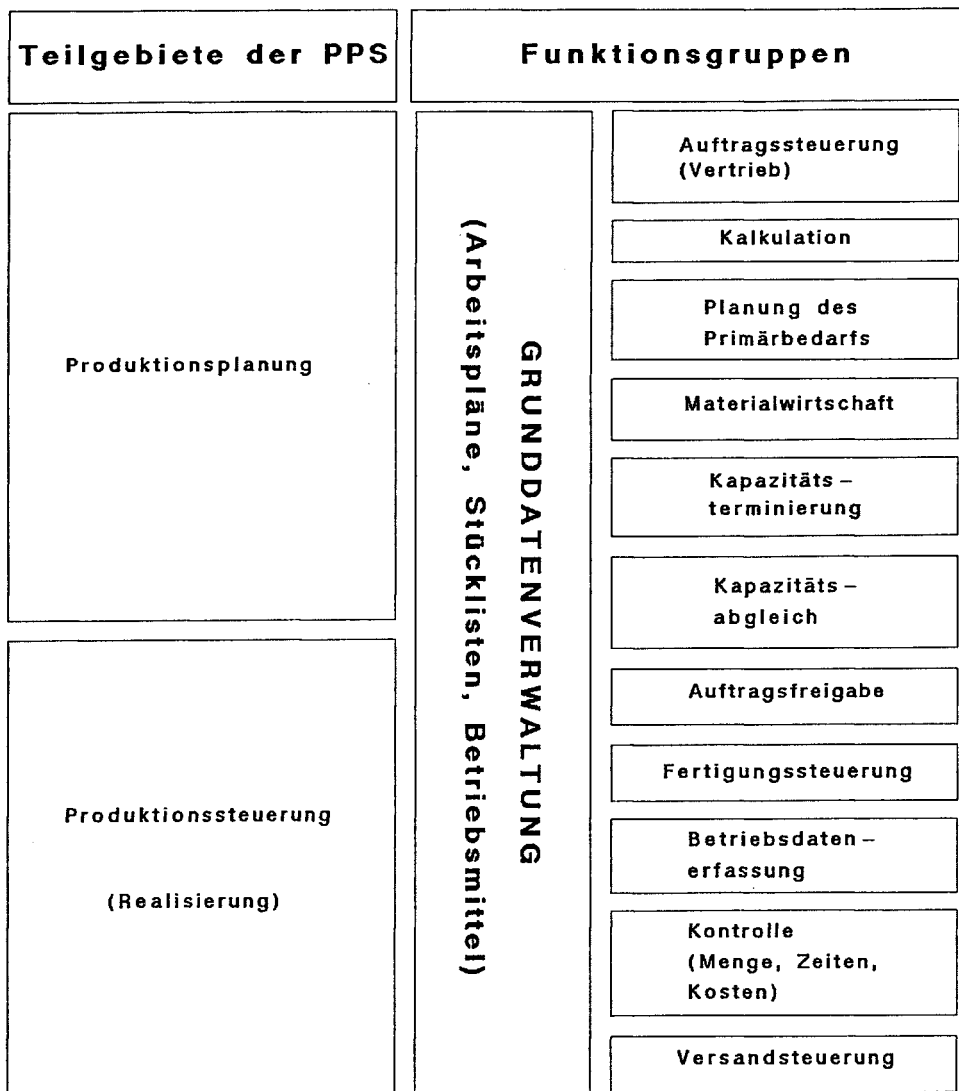


Bild 6.01: Gliederung der Produktionsplanung und -steuerung nach Funktionsgruppen
(in Anlehnung an Hackstein 1985 und Scheer 1987)

Die **Primärbedarfsplanung** ermittelt die Menge der in einer festgelegten Periode zu erstellenden Produktionsmengen aus vorliegenden Kundenaufträgen und/oder Verkaufsprognosen. Im Rahmen der **Materialwirtschaft** werden die Primärbedarfsplanungen auf Baugruppen, Einzelteile und Rohmaterialien zurückgeführt. Daran schließt sich ein Abgleich mit den Lagerbeständen an, um z.B. den Bedarf für Fremtteile zu ermitteln.

Die **Fertigungsplanung**, oft auch als **Zeitwirtschaft** betitelt, hat die Aufgabe, die zeitliche Abwicklung der Fertigungsaufträge zu planen. Dazu wird eine Durchlaufterminierung mit End- und Zwischenterminen für das Abarbeiten eines Auftrags durchgeführt.

Dies geschieht teilweise im Rahmen der Materialwirtschaft, oftmals jedoch ohne Beachtung der betrieblichen Kapazitäten. Deshalb findet eine Kapazitätsterminierung statt. Ausgehend von gewünschten (Kunden-)Terminen werden unter Einbeziehung der Arbeitspläne Kapazitätsbelastungen (Belastungsdiagramme) errechnet.

Der anschließende **Kapazitätsabgleich** muß über verschiedene Ausgleichsmechanismen versuchen, das Kapazitätsangebot (verfügbare Maschinen und Arbeitskräfte) an den Bedarf anzupassen, ohne die gesetzten Termine zu gefährden. Daran schließt sich oftmals eine **Reihenfolgeplanung** der Arbeitsgänge an.

Durch die **Auftragsfreigabe** bzw. **Auftragsveranlassung** werden die geplanten Aufträge in die Realisierungsphase überführt. Für die in einen bestimmten „Freigabehorizont“ fallenden Aufträge wird meist eine Verfügbarkeitsprüfung von Material, Werkzeugen, Vorrichtungen und ggf. freier Kapazitäten durchgeführt.

Im Rahmen der **Fertigungssteuerung**³¹⁾ werden die Aufträge einer kurzfristigeren Fertigungsplanung unterworfen, d. h. es wird festgelegt, welche Aufträge und Werkstücke zu welchem Zeitpunkt an welchem Arbeitsplatz (Reihenfolgebildung) gefertigt werden. Dabei können verschiedene Optimierungskriterien, wie z. B. Zuschnittoptimierungen, Rüstzeitoptimierungen etc., Anwendung finden.

Die Fertigungssteuerung umfaßt ferner die Aufgabe, den **Auftragsfortschritt** zu überwachen, um bei Abweichungen vom Plan steuernd – d. h. „terminsichernd“ – einzugreifen. Dazu bedient sie sich der durch die **Betriebsdatenerfassung** (BDE) gesammelten Zustands- und Istdaten aus der Fertigung (auftrags-, betriebsmittel-, material- und arbeitskraftbezogene Informationen).

Für eine effektive und reaktionsschnelle Fertigungssteuerung sind aktuelle Daten eine entscheidende Grundlage. Betriebsdaten finden daneben oft Verwendung für die Lohnabrechnung, zur Kapazitätsverfügbarkeitskontrolle sowie zur (mitlaufenden) Kostenkontrolle.

Menge und Art der fertiggestellten Produkte werden der **Versandsteuerung** mitgeteilt, die z.B. die Produkte nach Kundenbezug versandfertig zusammenfaßt (vgl. Scheer 1987, S. 17 ff.; Hackstein 1985, S. 20ff.; Hirsch-Kreinsen 1984).

Das beschriebene Grundmodell der Produktionsplanung und -steuerung mit seinen einzelnen, aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten erfährt in der Praxis spezifische, produktionsstrukturell bedingte Anpassungen und Umformungen. Dies wird im folgenden am Beispiel eines Maschinenbaubetriebs gezeigt (Fall 41, ca. 700 Beschäftigte).

Das Unternehmen stellt vor allem zwei Produktgruppen her; Hauptprodukt sind komplexe Maschinen – Programmierzugnisse mit kundenspezifischer Variation. Diese werden in Einzel- oder Kleinserienfertigung aufgelegt. Einmal pro Vierteljahr wird nach Anforderung

31) Während die Produktionsplanung und -steuerung den gesamten betrieblichen Leistungserstellungsprozeß plant und steuert, beschränkt sich der Aufgabenbereich der Fertigungsplanung- und -steuerung auf die (Teile-)Fertigung. Eine weitere Untergliederung stellt die Werkstattsteuerung dar, mit der Aufgabe, den Leistungserstellungsprozeß in einem organisatorisch abgegrenzten Bereich (z.B. mechanische Werkstatt) der Fertigung nach Maßgabe übergeordneter Planung zu sichern.

rungen (Marktabschätzung) des Vertriebes ein „Auflegeplan“ (Primärbedarfsplan) erstellt. Davon ausgehend wird im Rahmen der Materialwirtschaft (über Stücklisten) die Bereitstellung von Rohstoffen und Zukaufteilen geplant bzw. es werden über den Einkauf Bestellvorgänge eingeleitet.

Im Rahmen der Zeitwirtschaft wird eine Durchlaufterminierung durchgeführt. Der Planungshorizont dafür beträgt ein Vierteljahr; auf die sich daraus ergebenden Ecktermine werden die Arbeitsvorgänge festgelegt. Im Zuge dieser Durchlaufterminierung findet eine Kapazitätsterminierung und ein Kapazitätsabgleich statt. Hier entscheidet sich, ob bei eventuellen Kapazitätsengpässen Außenaufträge vergeben werden müssen. Die Arbeitsgangterminierung entnimmt die Zeitdauer von Arbeitsgängen den Arbeitsplänen und legt die Ecktermine für die einzelnen Arbeitsgänge und ihre Reihenfolge fest. Die Wochenplanungen werden der Fertigungssteuerung übergeben, die die Aufträge schicht- bzw. zweischichtweise den zu bestimmenden Arbeitsplätzen zuordnet und den Stand der Auftragsabarbeitung kontrolliert. Sie trägt ferner Sorge für die zeitgenaue Bereitstellung des Materials an den Arbeitsplätzen. Diese kundenanonyme Planung wird durch den konkreten Kundenauftrag „unterwandert“.

Der Vertrieb stellt nach Kundenwunsch die Stückliste der Maschine zusammen. Die PPS-Abteilung plant den Bau der Maschine, ausgehend vom Wunschtermin der Fertigstellung. Dazu werden die auf Lager vorhandenen Einzelteile mit den benötigten verglichen. Fehlende Teile werden als „Eilteile“ der Fertigungssteuerung bzw. Produktion angewiesen. Die Montage wird nach dem konkreten Kundenauftrag gesteuert. Diese Mischung aus kundenanonymer Teilefertigung und kundenauftragsbezogener Montage bedingt einen wöchentlichen, für eilige Teile täglichen Planungslauf. Hierfür werden dreimal täglich die aktuellen Auftragsfortschrittsdaten ermittelt und an das PPS-System weitergeleitet.

Die Einhaltung von Terminen, verbunden mit dem Anspruch einer optimalen oder maximalen Kapazitätsauslastung bei Minimierung des Umlaufkapitals beinhaltet für die Produktionsplanung und -steuerung die Notwendigkeit, riesige Informationsmengen zu verarbeiten.

So verfügt beispielsweise ein Unternehmen der elektrotechnischen Industrie, das jährlich 10.000 verschiedene Produkte fertigt (und insgesamt 25.000 Produkte im Angebot hat), über 70.000 Teilestammlisten und verwaltet dafür ca. 750.000 Arbeitspläne. Nach Meinung der Geschäftsleitung kann nur durch die Unterstützung des PPS-Systems der komplexe Produktionsprozeß mit vertretbarem Aufwand an Kosten und Zeit gesteuert und geplant werden. Ohne ein PPS-System wäre z. B. die Beschleunigung des Auftragsdurchflusses um etwa 100 % gegenüber der „EDV-losen“ Zeit nicht möglich gewesen (Fall 26, 650 Beschäftigte).

Die Unmöglichkeit, derartig große Informationsmengen manuell in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen zu verarbeiten, scheint bereits eine hinreichende Begründung für die Wirtschaftlichkeit des EDV-Einsatzes zu sein.

So vertritt der Leiter der Produktionsplanung und -steuerung eines Baumaschinenherstellers die Ansicht, daß angesichts der wachsenden Komplexität der Produktion ein Betrieb ohne EDV ab einer gewissen Größe heute nicht mehr geführt werden kann. Aus diesem Wissen ergibt sich nach seiner Meinung allein schon der Wirtschaftlichkeitsnachweis computergestützter Techniken (Fall 29, 550 Beschäftigte).

Die Komplexität der Produktionsplanungs- und -steuerungsprozesse erzwingt faktisch den Einsatz von PPS-Systemen, zumindest in ihren grunddatenverwaltenden Versionen. Der relativ hohe Anteil von Betrieben, die den Einsatz von PPS-Systemen planen, scheint dies zu bestätigen. Daß bisher nur eine Minderheit der Betriebe PPS-Systeme einsetzen, liegt, vor allem was Betriebe mit hochkomplexen Produktionsstrukturen angeht, an den „historischen“ Unzulänglichkeiten der lange Zeit marktgängigen PPS-Systeme bezüglich einer optimalen Integration der administrativ-betriebswirtschaftlichen Funktionen. Aber auch gegenwärtig ist, obwohl die angebotenen PPS-Systeme ein hohes technisches Niveau erreicht haben, kein Produkt auf dem Markt erhältlich, das alle Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung optimal unterstützt (vgl. Geitner u. a. 1988; Förster u.a. 1986).

6.3 Einsatz von PPS-Systemen in der betrieblichen Praxis

6.3.1 Einsatzbreite von PPS-Systemen

Die Verteilung der Betriebe nach Betriebsgröße, Branche, Produkt- und Produktionsstrukturen, die zum Zeitpunkt der Breitenerhebung 1986/87 PPS-Systeme einsetzen und planen, ist der **Tabelle 6.01** zu entnehmen.

Wie bei anderen computergestützten Techniken auch, werden gegenwärtig und auch in Zukunft vor allem die Großbetriebe die Mehrheit der PPS-Systemanwender stellen. Die Verteilung der PPS-Anwender nach deren Produkt- und Fertigungsstruktur mag auf den ersten Blick verblüffend erscheinen, da die Mehrheit der PPS-Anwender eine Struktur aufweist, die eher auf eine hohe Produktionskomplexität hindeutet. Dies stellt jedoch keinen Widerspruch zu den oben beschriebenen Hemmnissen des PPS-Systemeinsatzes gerade in diesen Betrieben (vgl. 6.1) dar. Die Tabelle spiegelt nicht die Verteilung der PPS-Systemanwender und -planer in den einzelnen Produkt- und Fertigungsstrukturklassen wider (vgl. dazu Kapitel 3.3) und sagt auch nichts über die unterschiedlichen Ausprägungen, d. h. die Einsatztiefe der PPS-Systeme aus. Der im Vergleich zur Nutzung 1986/87 höhere Anteil von Betrieben, die den Einsatz von PPS-Systemen planen und über eine Produkt- und Fertigungsstruktur verfügen, die eine hohe Produktionskomplexität vermuten läßt, weist darauf hin, daß aufgrund der Weiterentwicklung der PPS-Systeme neue „Käuferschichten“ angesprochen werden.

Besonders deutlich läßt sich das am Maschinenbau zeigen, der mit knapp 60 % den höchsten Anteil an Einzel- und Kleinserienfertigern innerhalb der Branchen der Investitionsgüterindustrie aufweist (**Bild 6.02**). Von diesen Einzel- und Kleinserienfertigern planen 27 % den Einsatz von PPS-Systemen. Damit sind sie die Gruppe mit dem höchsten Planungsanteil im Maschinenbau. Zwar werden, soweit sich die Planungen realisieren lassen, in den 90er Jahren die Prozeß- und Massenfertiger mit 45 % und die Mittel-

bzw. Großserienfertiger mit 51 % die höchsten PPS-Anwenderanteile aufweisen, die Einzel- und Kleinserienfertiger werden aber bereits mit 44 % vor den Einmalfertigern mit 30 % folgen. Ähnlich stellt sich das Bild in der elektrotechnischen Industrie dar (**Bild 6.03**).

Tabelle 6.01: PPS-Systeme realisiert oder geplant nach Betriebsgröße, Branche, Produkt- und Produktionsstrukturen
(Investitionsgüterindustrie gewichtet – Angaben in %)

Betriebe mit:	PPS-System realisiert	PPS-System geplant
a) Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)		
- 1 - 19	1,0	1,4
- 20 - 49	6,0	7,5
- 50 - 99	8,6	23,6
- 100 - 199	20,7	30,3
- 200 - 499	30,7	41,4
- 500 - 999	52,6	30,5
- 1.000 und mehr	68,6	19,3
b) Branche		
- Maschinenbau	18,0	24,6
- Elektrotechnik	24,6	18,6
- EBM-Waren-Industrie	11,1	15,4
- Stahl-/Leichtmetallbau	7,6	12,7
- Sonstige Branchen	9,4	16,5
c) Erzeugnisspektrum		
- Standarderzeugnisse ohne Varianten	5,7	2,9
- Standarderzeugnisse mit Varianten	25,4	20,3
- Programmerzeugnisse mit kundenspezifischer Variation	24,0	24,7
- Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	44,9	52,1
d) Erzeugnisstruktur		
- einteilige	20,0	16,1
- mehrteilige mit einfacher Struktur	19,8	35,6
- mehrteilige mit komplexer Struktur	60,2	48,3
e) Fertigungsart		
- Einmalfertigung	8,4	9,3
- Einzel-/Kleinserienfertigung	39,2	46,4
- Mittel-/Großserienfertigung	40,2	32,3
- Massen-/Prozeßfertigung	12,2	12,0
f) Fertigungsorganisation		
- Linienfertigung	31,8	29,9
- Werkstattfertigung	48,9	49,3
- Fertigungsinseln	7,9	9,3
- Mischformen	11,5	11,5
Investitionsgüterindustrie insgesamt	14,8	18,8

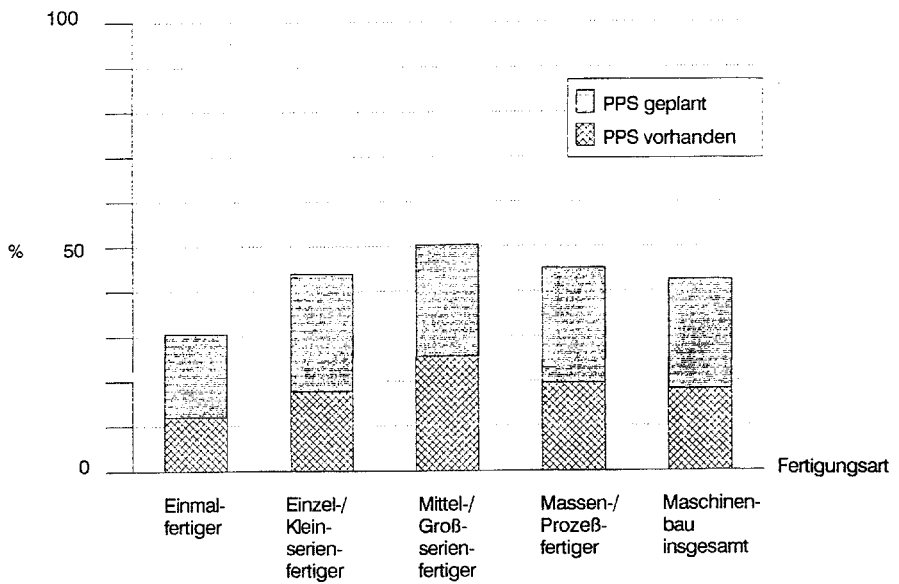


Bild 6.02: Einsatz und Planungen von PPS-Systemen nach Fertigungsart im Maschinenbau
(N = 319 – gewichtet)

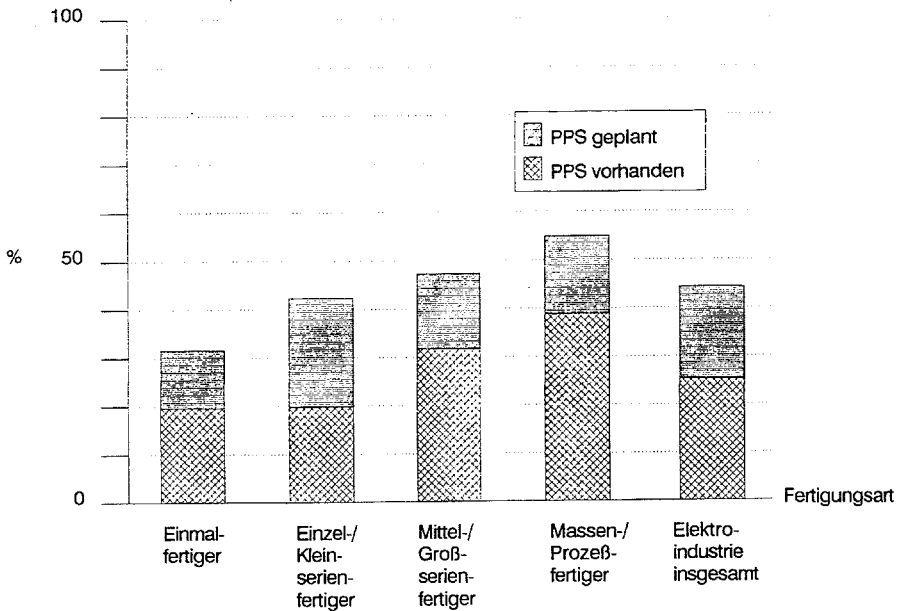


Bild 6.03: Einsatz und Planungen von PPS-Systemen nach Fertigungsart in der Elektroindustrie
(N = 95 – gewichtet)

Produktionsplanung und -steuerung beinhaltet nach vorherrschendem Verständnis auch Funktionen (computergestützter) Materialwirtschaft (vgl. 6.2). In vielen PPS-Systemen stellt die Materialwirtschaft ein zentrales Grundmodul dar; sie ist in vielen Betrieben Ausgangspunkt für die Computerisierung weiterer Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung mit dem Ziel einer vollständigen horizontalen Integration.

Vor diesem Hintergrund scheint es berechtigt, computergestützte Materialwirtschaftssysteme auch als PPS-Systeme mit „geringer Einsatztiefe“ anzusehen (vgl. 6.3.2). Der Anteil der Betriebe, die – entsprechend dieser Annahme – über PPS-Systeme unterschiedlicher Einsatztiefe verfügen, ist deutlich höher, als wenn nur PPS-Systeme im engeren Sinne berücksichtigt werden.

Haben 1986/87 ca. 15% der Betriebe der Investitionsgüterindustrie PPS-Systeme im engeren Sinne eingesetzt, so sind es ca. 38% bei zusätzlicher Berücksichtigung computergestützter Materialwirtschaftssysteme (Bild 6.04). Die entsprechenden Anwenderquoten liegen für die Elektrotechnik bei ca. 60% (gegenüber 25% bei PPS-Systemen im engeren Sinn), für den Maschinenbau bei 39% (gegenüber 18%).³²⁾

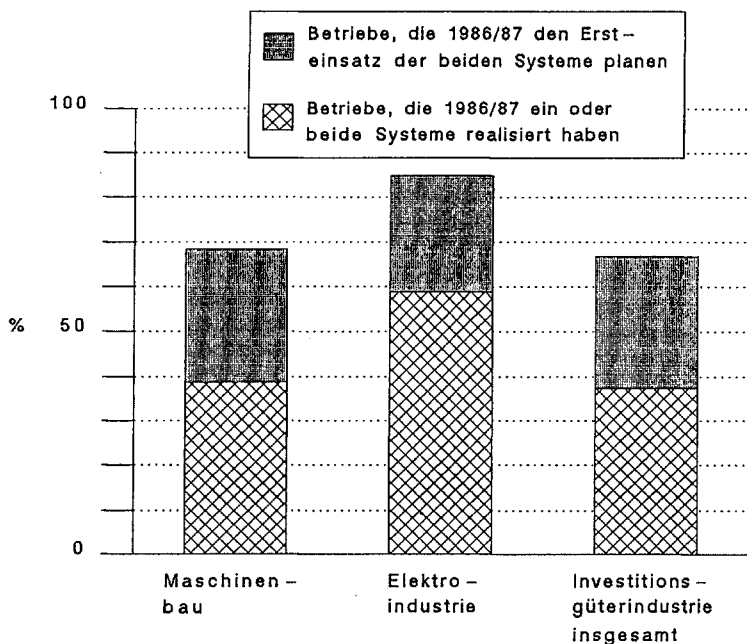


Bild 6.04: Einsatz und Planung computergestützter Materialwirtschafts- oder PPS-Systeme nach ausgewählten Branchen

32) Damit ergibt sich für den Maschinenbau eine ähnliche Anwenderquote, wie sie durch eine neuere VDMA-Untersuchung für mittelständische Maschinenbaubetriebe ausgewiesen wird: nach dieser Studie setzen etwa die Hälfte der Betriebe 1987/88 PPS-Systeme ein (Schulz 1988).

6.3.2 Einsatztiefe von PPS-Systemen

In der Praxis anzutreffende PPS-Systeme sind häufig Individuallösungen bzw. Standardsysteme mit hohem Anpassungsanteil sowie oftmals – gemessen an der Leistungsfähigkeit neuer Systeme – veraltet. Eingesetzte Standardsysteme werden nicht bzw. können oft nicht im vollen Funktionsumfang genutzt werden (vgl. Kölle 1988, S. 10). Keiner der näher recherchierten PPS-Anwender wies ein System auf, das durchgängig alle möglichen PPS-Funktionen EDV-technisch unterstützte. Auch bezogen auf die Hauptbereiche Planung und Steuerung gilt diese Aussage.

So fehlte im Bereich der Planung die Computerunterstützung bei den Funktionen (Rangfolge):

- Kapazitätsabgleich,
- Kapazitätsterminierung, Auftragsfreigabe und Planung des Primärbedarfs (Grobplanung),
- Auftragssteuerung, Kalkulation.

Im Bereich der Steuerungsfunktion fehlte die Computerunterstützung insbesondere bei (Rangfolge):

- der Versandsteuerung,
- der Betriebsdatenerfassung und bei
- der Kontrolle (Menge, Zeiten, Kosten).

Daß über die Hälfte der PPS-Anwender nicht über einen automatischen Kapazitätsabgleich verfügen und die wenigsten diesen (und wenn, dann als Dialogsystem) einzuführen planen, hat vor allem sachliche Gründe. Die im Rahmen der Kapazitätsterminierung errechneten Kapazitätsbelastungsdiagramme geben Aufschluß über die Kapazitätsbelastungen. Überlast bzw. Unterlast können durch verschiedene Maßnahmen (zeitliches Verschieben von Arbeitsgängen, Überstunden, Fremdaufträge etc.) verändert werden. Insbesondere das zeitliche Verschieben von Arbeitsgängen führt aufgrund von Interdependenzen mit anderen Planungsschritten zu aufwendigen Schritten der Umdisposition. Hinzu kommt, daß die Stabilität von Planungen aufgrund der nicht in vollem Umfang prognostizierbaren Betriebsmittelverfügbarkeit sowie aufgrund von Eilteilen überaus gering ist, was dann häufig Neuplanungen notwendig macht. Deshalb sind PPS-Systeme weitgehend gescheitert, die diese Probleme mit einfachen Prioritätsziffern oder heuristischen Algorithmen lösen wollen.

Bei allen PPS-Systemen, die über einen computergestützten Kapazitätsabgleich verfügten, war dieser als Dialogsystem ausgelegt. Bei Betrieben, die Totalplanungssysteme mit automatischem Kapazitätsabgleich im Einsatz hatten, war das System in zwei Fällen abgeschafft und durch ein reines Informationssystem ersetzt, im anderen Fall wurde der automatische Kapazitätsabgleich nicht genutzt, sondern der Abgleich, wie in den anderen Fällen auch, manuell vorgenommen. Wir trafen jedoch auch auf einen Betrieb der Luft- und Raumfahrtindustrie und einen Automobilzulieferer, die über hochintegrierte und vernetzte PPS-Systeme für Teilbereiche der Produktion verfügten und den Kapazitätsabgleich weitgehend automatisiert ab-

wickelten. Generell jedoch verzichten die heute auf dem Markt angebotenen Standardsysteme der Produktionsplanung und -steuerung, die auf komplexe Produkt- und Fertigungsstrukturen ausgelegt sind, weitgehend auf eine automatische Kapazitätsabstimmung durch zeitliches Verschieben und überlassen die Wahl der geeigneten Abstimmungsmaßnahmen den Disponenten (vgl. Förster u.a. 1986, S. 17).

Der bisher in der Investitionsgüterindustrie erreichte Stand der Abdeckung von PPS-Funktionen läßt sich etwas näher bestimmen, wenn die anzutreffende Anwendung computergestützter Techniken in Einkauf, Verkauf, Materialwirtschaft und Produktionsplanung und -steuerung betrachtet wird. Hierbei wird von der Annahme ausgegangen, daß eingesetzte PPS-Systeme diese PPS-Funktionen nicht bzw. nur teilweise enthalten und sie deshalb durch eigenständige Systeme ergänzt werden und/oder wurden.

Diese Annahme hat aufgrund der vorgefundenen Praxis und Entwicklung in den näher untersuchten Betrieben eine gewisse Plausibilität. So begannen und beginnen die meisten Betriebe den Einstieg in die PPS-Systemanwendung über das Modul Materialwirtschaft, wobei darunter u. a. die EDV-gerechte Aufbereitung und Speicherung der Stücklisten im Rahmen der Grunddatenverwaltung verstanden wird (vgl. 6.3.1). Auch computergestützte Einkaufs- und Vertriebssysteme als stand-alone-Systeme waren anzutreffen, die mit dem eingeführten PPS-System gekoppelt wurden und diese Funktionen für die Produktionsplanung und -steuerung übernahmen. Es wurden jedoch auch Betriebe vorgefunden, die (stand-alone) Systeme zur Abwicklung von Einkaufs- und Vertriebsaufgaben einsetzen, die keinen unmittelbaren Bezug zu den entsprechenden Funktionen im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung aufweisen. Dabei handelt es sich zumeist um Text- und Rechnungserstellungsprogramme, die speziell auf die Bedürfnisse der damit befaßten Abteilungen ausgelegt sind.

Ein Betrieb des Maschinenbaus befand sich zur Zeit der Untersuchung gerade im Aufbau einer computergestützten Materialwirtschaft. Diese soll die Grundlage eines neuen PPS-Systems werden, das das veraltete System ablösen wird. Dieses Vorgehen wurde nach Aussage der Gesprächspartner deshalb gewählt, da eine Entscheidung über ein konkretes PPS-System in Bälde noch nicht zu erwarten sein wird, die Struktur der Dateien des eingesetzten – veralteten – PPS-Systems eine praxisgerechte Verwaltung der Stücklisten aber nicht mehr möglich macht (Fall 43, 400 Beschäftigte).

Die **Tabellen 6.02 und 6.03** zeigen: 1986/87 verfügen (BDE-Anwendungen ausgenommen) mindestens 8 % der Betriebe über eine weitgehende Computerunterstützung der den Leistungserstellungsprozeß horizontal überlagernden Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung im Sinne einer umfänglichen Definition (vgl. 6.2). Legt man die Auffassung zugrunde, daß der Verzicht auf die Einsatzplanung eines oder zwei oder aller drei die PPS-Grundfunktionen ergänzenden Systeme in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft die vollständige Abdeckung dieser Aufgaben durch das PPS-System bedeutet, so ergibt sich unter Einbeziehung zusätzlicher Auswertungen folgendes Bild: Rund 15 % der 162 PPS-Systemanwender planen keinen weiteren Einsatz verwandter Systeme. Zusammen mit den 8 %

Tabelle 6.02: Geplante und realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft bei PPS-Anwendern 1986/87
(Investitionsgüterindustrie – Angaben in %)

	PPS- Anwender (N = 162)	Investitions- güter- industrie (N = 1.096)
4 Systeme in genannten Bereichen	54,9	8,1
3 Systeme in genannten Bereichen	22,2	3,3
2 Systeme in genannten Bereichen	14,2	2,1
1 System in genannten Bereichen	8,2	1,3
Insgesamt	100,0	14,8

Tabelle 6.03: Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft bei PPS-Anwendern – 1986/87 realisiert –

PPS	x	x	x	x	x	x	x	x
Einkauf		x			x	x		x
Verkauf			x		x		x	x
Materialwirtschaft				x		x	x	x
PPS-Anwender insgesamt (N = 162)	4,3	0,0	2,5	1,3	1,8	3,1	1,8	54,9
Investitions- güterindustrie insgesamt (N = 1.096)	0,6	0,0	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3	8,1

der Betriebe, die alle vier Bereiche computergestützt abdecken, weisen 1986/87 etwa 10 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie eine umfassendere Abdeckung der Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung auf. **Tabelle 6.03** zeigt im einzelnen, in welcher Weise computergestützte Techniken in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft 1986/87 bei PPS-Anwendern realisiert sind.

Tabelle 6.04: Realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft bei Betrieben, die PPS-Einsatz planen
(Investitionsgüterindustrie – Angaben in %)

		PPS-Planer (N = 206)	Investitions- güterindustrie (N = 1.096)
alle	3 Systeme in genannten Bereichen realisiert	21,8	4,1
	2 Systeme in genannten Bereichen realisiert	25,2	4,7
	1 System in genannten Bereichen realisiert	19,9	3,7
kein	System in genannten Bereichen realisiert	33,1	6,2
insgesamt		100,0	18,8

Umgekehrt bedeutet dies jedoch auch, daß ca. 30 % der Anwender von PPS-Systemen (bzw. 4,5 % aller Betriebe) noch Notwendigkeiten sehen, die PPS-Funktionen mit anderen computergestützten Systemen zu ergänzen. Von den Betrieben, die den Einsatz von PPS-Systemen planen (ca. 19 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie), haben bereits zwei Drittel Erfahrungen mit einem oder mehreren der auch PPS-Funktionen abdeckenden Systeme im Bereich Verkauf, Einkauf und Materialwirtschaft (**Tabelle 6.04**).

Dabei ist bei fast 60 % der Betriebe, die den Einsatz von PPS-Systemen planen, ein computergestütztes Verkaufssystem im Einsatz, bei je 40 % ein Materialwirtschaftssystem oder ein Einkaufssystem auf EDV-Basis.

Betrachtet man die dem PPS-Funktionsbereich Steuerung zugerechnete Aufgabe der Betriebsdatenerfassung, so ergeben sich die in **Bild 6.05** und **6.06** dargestellten Verteilungen. Über ein Drittel der Anwender von PPS-Systemen verfügt bereits über ein BDE-System, über die Hälfte der Anwender von BDE-Systemen verfügt gleichzeitig über ein PPS-Anwender anzutreffen (**Bild 6.05**).

30 % der PPS-Anwender planen den Einsatz von BDE-Systemen und ein Drittel will auch in Zukunft auf ein BDE-System verzichten. In etwa gleicher Höhe (30 %) liegt der Anteil der Betriebe, die den Einsatz von PPS-Systemen planen und weiterhin kein BDE-System einführen wollen. Das heißt jedoch nicht unbedingt, daß diese Betriebe auf eine EDV-gestützte Betriebsdatenerfassung verzichten, da Betriebsdaten gegebenenfalls auch über vorhandene PPS-Dialogstationen bzw. im Rahmen von DNC-Vernetzungen über die dafür notwendigen (Maschinen-)Datenstationen und -netze erfaßt und weitergeleitet werden können. Dabei ist festzustellen, daß unter den PPS-Anwendern, die die direkte Rechnerführung mehrerer Maschinen (DNC) realisiert haben (ca. 13 % der PPS-Anwender), etwas mehr

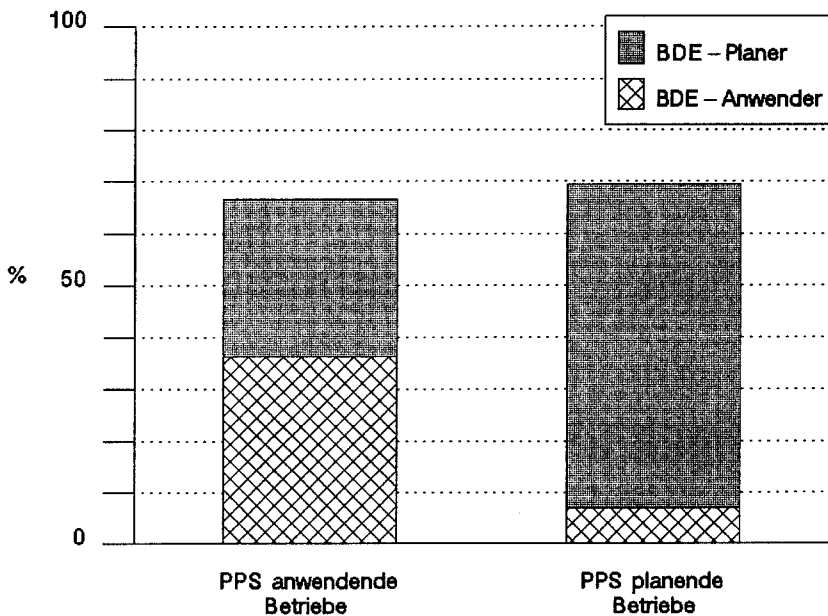


Bild 6.05: Einsatz und Planung von BDE-Systemen bei PPS-Anwendern (N = 162) und PPS-Planern (N = 206)

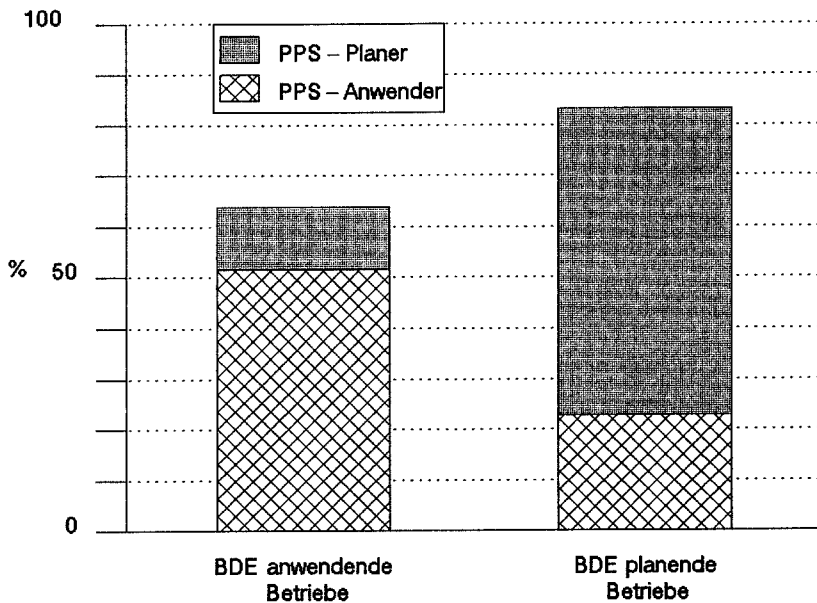


Bild 6.06: Einsatz und Planung von PPS-Systemen bei BDE-Anwendern (N = 114) und BDE-Planern (N = 214)

als ein Drittel auch über ein BDE-System verfügt und knapp die Hälfte dessen Einführung plant.

In einem Betrieb wurde der Auftragsfortschritt einerseits durch tägliche Eingabe der Arbeitsgangkarten in das PPS-System durch die Fertigungssteuerungsabteilung (Terminbüro) überwacht. Die Lohnrückmeldung kann zeitverzögert (Schubladenzeiten) gehandhabt werden. Zum anderen sind die Gabelstapler – die für Materialbereitstellung und Abtransport sorgen – mit mobilen Datenerfassungssystemen (mDE) ausgerüstet. Dreimal täglich werden die Speicher dieser mDE-Geräte an festen Übergabepunkten entladen und die Materialbewegungsinformation direkt ins PPS-System übergeben. Damit ist eine zusätzliche Auftragsfortschrittskontrolle möglich. Trotz dieses relativ ausgefeilten Rückmeldesystems wird die Einführung eines BDE-Systems geplant, u. a., um die Lohndaten sukzessive mit dem Auftragsfortschritt zu erfassen und so eine mitlaufende Kostenkontrolle zu gewährleisten (Fall 41, Maschinenbau, 700 Beschäftigte).

Eine dezentrale Betriebsdatenerfassung, d. h. eine Erfassung der relevanten Steuerungsdaten direkt am Arbeitsplatz bzw. in Arbeitsgruppen oder an den Maschinen, ist jedoch – außer bei einer dafür ausgelegten DNC-Kopplung oder bei einer Koppelung von PPS-Systemen mit flexiblen Fertigungssystemen (FFS) und -zellen (FFZ) – ohne BDE-System nicht möglich. Der Verzicht auf ein solches System bedeutet damit den Verzicht auf eine zeitgenaue Rückmeldung.

Die vergleichsweise hohen Planungszahlen für BDE-Systeme (19 % aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie), wobei „nur“ 17 % der den BDE-Einsatz planenden Betriebe nicht über ein PPS-System verfügen oder dessen Einsatz planen, zeigen, daß der Bereitstellung aktueller und vollständiger Informationen hohes Gewicht beigemessen wird. Dies ist auch daran erkennbar, daß die Zielsetzung, die Transparenz des Betriebsgeschehens zu erhöhen, unter den Antworten der Betriebe über Zielperspektiven des Einsatzes computergestützter Techniken mit einem Abstand von nicht einmal einem Prozentpunkt nach der „Reduzierung des Verwaltungsaufwands“ und „verbesserter Kalkulationsgrundlagen“ auf Platz drei rangiert (vgl. weiter unten Bild 8.01). In der ingenieurwissenschaftlichen Debatte wird gerade die Notwendigkeit von BDE-Systemen für die Gewährleistung hoher Transparenz, mithin für das optimale Funktionieren der Produktionsplanung und -steuerung, neben ihrer Funktion im Rahmen der Werkstattsteuerung hervorgehoben (vgl. u.a. Roschmann 1979).

Ein Betrieb, der über ein weitgehend manuelles Planungssystem (aber computergestützte Grunddatenverwaltung) verfügt, hat dieses System durch ein ausgefeiltes Informationssystem ergänzt, das auf einem BDE-System aufbaut. Jeder Arbeitsgang muß zeitgenau an- und abgemeldet werden. Dies geschieht mit Hilfe von mit Scannern ausgerüsteten Lesegeräten, durch die die Arbeitsgangpapiere gezogen werden. So ist jederzeit ein aktueller Überblick über den Fertigungsprozeß vorhanden. Damit verbunden ist eine permanente Leistungskontrolle auf Maschinengruppenebene (Fall 23, Maschinenbau, 4.500 Beschäftigte).

An diesem Beispiel wird auch das Problem des erhöhten Kontrollpotentials von BDE-Systemen deutlich. Die mit BDE-Systemen gegebene Möglichkeit der permanenten Kontrolle von Leistung und Verhalten der Arbeitnehmer ruft in der betrieblichen Praxis bei diesen selbst und bei der betrieblichen Interessenvertretung zunehmend Widerstand hervor. Dies kann, wie in ei-

nigen Betrieben zu vermerken war, zu veränderten Nutzungsformen dieser Systeme führen, vor allem in Form der Trennung von Auftrags- und Lohn-datenerfassung.

6.3.3 Eigenentwicklung versus Standardsoftware

Zwar werden mittlerweile auf dem Markt PPS-Systeme angeboten, mit denen – nach Meinung von Experten – die Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung weitgehend computergestützt abgedeckt werden können, dennoch nehmen die meisten Firmen auch weiterhin Anpassungs- und Erweiterungsprogrammierungen in mehr oder weniger großem Umfang vor. Neben den vier angetroffenen Betrieben mit reinen eigenprogrammierten Systemen haben alle näher untersuchten PPS-Systemanwender mehr oder weniger große Programmanpassungen vollzogen. Dies geht in einigen Fällen soweit, daß die ursprünglichen Systeme kaum noch kenntlich sind.

So baute ein Betrieb sein batch-orientiertes System auf Dialogfähigkeit aus. Diese auf Initiative des Leiters der Fertigungssteuerung durchgeführten Programmerweiterungen reichen jedoch nicht aus, um die gestiegenen Anforderungen an die Produktionsplanung und -steuerung zu befriedigen. Deshalb befand sich der Betrieb zum Zeitpunkt der Untersuchung auf der Suche nach einer adäquaten PPS-Standard-Software (Fall 37, Maschinenbau, 600 Beschäftigte).

Bei fast allen Anwendern eigenprogrammierter Systeme bzw. weiterentwickelter PPS-Systeme wurde davon ausgegangen, daß die wachsenden Anforderungen an die Produktionsplanung und -steuerung über eine eigenständige Weiterentwicklung – vor allem aus wirtschaftlichen Gründen – nicht mehr zu tragen sind und daher über kurz oder lang auf Standard-Softwarepakete umgestiegen werden müßte. Aus diesem Befund läßt sich für die Vergangenheit folgende idealtypische Entwicklung ableiten:

- Einstieg in die computergestützte Produktionsplanung und -steuerung über Eigenprogrammierung (oft, weil sich Totalplanungssysteme als nicht geeignet erweisen);
- Versuch der Anpassung der eigenprogrammierten Systeme an die Leistungsfähigkeit neuerer Standard-Softwaresysteme;
- Umstieg auf hochkomplexe moderne Standardsoftware.

Die für die Eigenentwicklung bzw. Fortentwicklung aufzuwendenden Kosten machen dagegen heute PPS-Standard-Softwarepakete nicht nur für kleine und mittlere Unternehmen zur einzigen sinnvollen Alternative, sondern auch vielfach für große Unternehmen, solange diese nicht selbst als PPS-Anbieter auf den Markt treten wollen.

In einem der untersuchten Betriebe sind allein 34 Ingenieure und Informatiker mit der Wartung und Weiterentwicklung des PPS-Systems betraut, ohne daß es nach eigenen Aussagen an die Möglichkeiten heute angebotener Standardsysteme heranreicht (Fall 56, Maschinenbau, 6700 Beschäftigte).

Die in den näher untersuchten Betrieben zu verzeichnende Tendenz, eigenprogrammierte oder in Eigenregie weiterentwickelte – veraltete – PPS-Systeme durch modernere PPS-Standardsysteme zu ersetzen, wird jedoch nicht zu einer „Monotonisierung“ der PPS-Anwenderlandschaft führen. Zwar hat das Angebot von solchen PPS-Systemen zugenommen, die auf spezielle Produktionsbedingungen abgestimmt bzw. flexibel einsetzbar sind, aber in den Betrieben ist noch immer eine mehr oder weniger große Skepsis gegenüber den Versprechungen der Anbieter vorhanden. Diese beruht auf zahlreichen – direkten und indirekten – schlechten Erfahrungen. So glaubt man auch in der Mehrheit der näher untersuchten Betriebe, bei neuen PPS-Systemen weiterhin nicht ohne erhebliche Leistungen der Systemanpassung bzw. Eigenprogrammierung auszukommen. Mit Einschränkungen kann man jedoch davon ausgehen, daß der zunehmende Einsatz von PPS-Standardsoftware die Möglichkeiten für die Realisierung der geäußerten Vernetzungsabsichten verbessern wird, da die meisten Programmpakete nach Herstellerangaben mittlerweile über definierte Schnittstellen zu CAD/CAM-Systemen verfügen.

7 Perspektiven der CIM-Entwicklung

Die voranstehenden Kapitel 5 und 6 behandelten getrennt die bisher vielfach dominierenden Linien computergestützter Vernetzung, die einmal in „vertikaler Richtung“ die produktionstechnischen CAD/CAM-Funktionen miteinander zu verknüpfen suchen, zum anderen auf die administrativ-betriebswirtschaftlichen Funktionen der Planung und Steuerung des betrieblichen Produktionsprozesses gerichtet sind. Wie bereits mehrfach erwähnt und in Kapitel 4 überblicksartig gezeigt, wird jedoch in den insgesamt noch wenigen Betrieben, die überhaupt in der computergestützten Vernetzung aktiv sind, relativ oft nicht nur einer dieser Stränge vorangetrieben. Dabei besteht – vor allem in der Einführungszeit entsprechender CIM-Komponenten – prinzipiell die Möglichkeit, daß der Technikeinsatz in beiden Funktionsbereichen mehr oder weniger unverbunden und unabhängig voneinander entwickelt und ausgebaut wird; dies um so mehr, als es sich um unterschiedliche Funktionen mit je eigenen Anforderungen und je besonderen Problemen der „Computerisierung“ handelt, die außerdem in vielen Betrieben traditionell von verschiedenen Funktionsträgern oder Abteilungen wahrgenommen werden.

CIM-Strategien zielen in ihrem Kern jedoch darauf ab, den betrieblichen Gesamtprozeß zu erfassen, beide Vernetzungslinien miteinander zu verbinden, quasi „horizontale“ und „vertikale“ Vernetzung zu einem Ganzen zu verknüpfen.

Im vorliegenden Kapitel 7 ist nun zu versuchen, in dieser Perspektive den Stand der Entwicklung etwas näher zu skizzieren. Dabei wird – zunächst vor allem auf der Basis der Daten aus der Betriebserhebung – überprüft, inwieweit Betriebe bereits computertechnische Vernetzungen zwischen Produktionsplanung und -steuerung einerseits und den produktionstechnischen Funktionen andererseits realisiert haben oder diese einzuführen planen. Dabei ist – nicht zuletzt auf dem Hintergrund der einzelbetrieblichen Recherchen – auf die besonderen technischen und auch organisatorischen Barrieren und Probleme einzugehen, die der Verwirklichung solcher Absichten entgegenstehen. Abschließend sollen dann die derzeit vorfindbaren betrieblichen Vorgehensweisen bei der Verfolgung von CIM-Strategien zusammenfassend charakterisiert und eingeordnet werden.

7.1 Ansatzpunkte der informationstechnischen Integration administrativ-betriebswirtschaftlicher und produktionstechnischer Funktionen

Planung, Steuerung und Kontrolle des betrieblichen Produktionsprozesses bedürfen sowohl technisch-produktbezogener als auch terminlich-betriebswirtschaftlicher Daten und Informationen. Zwischen beiden bestehen zahlreiche Beziehungen und Abhängigkeiten, etwa der Art, daß

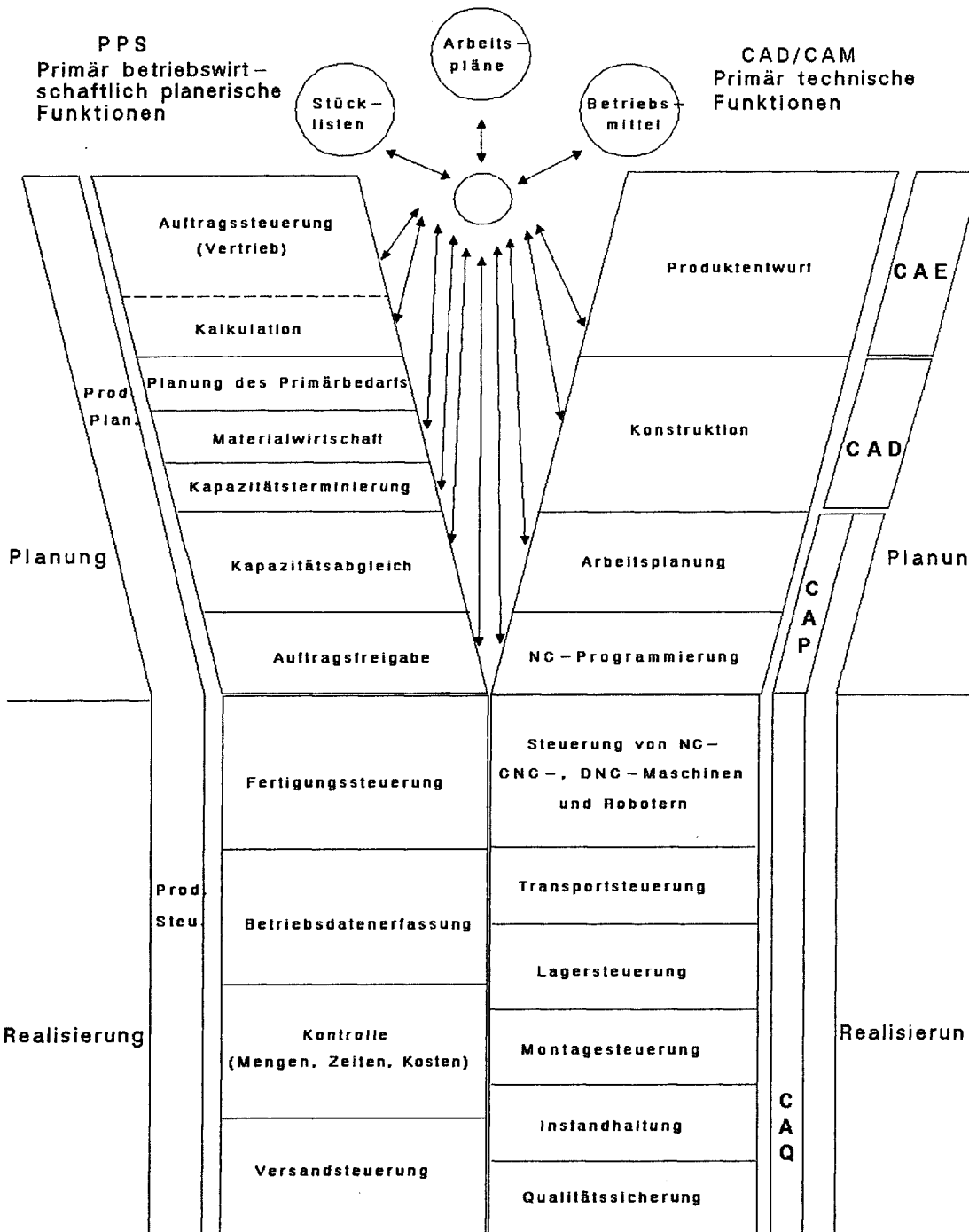


Bild 7.01: Informationssysteme im Produktionsbereich
 Quelle: Scheer 1987, S.3

durch Größe, Form, Komplexität, technische Bearbeitungsverfahren etc. eines Produktes, die in Konstruktion und (technischer) Arbeitsvorbereitung festgelegt werden, die für Termin-, Produktionsdurchlauf-, Kosten- oder Kapazitätsplanung wichtigen Größen, wie etwa Bearbeitungsdauer oder benötigte Maschinen, (mit)bestimmt werden.

Wenn nun sowohl in der Produktionsplanung und -steuerung über ein PPS-System computergestützt gearbeitet wird, als auch in den produktionstechnischen Funktionen CAD-Systeme, CAP-Systeme oder computergesteuerte Fertigungsanlagen vorhanden sind, liegt es nahe, diese miteinander zu vernetzen. Durch diese Integration soll die Auftragabwicklung zu einem durchgängigen Prozeß ausgebaut werden, der alle betroffenen Unternehmensbereiche umfaßt. Ziel ist dabei, eine ablauforientierte Integration der Funktionen der Produktentwicklung, der Arbeitsvorbereitung, der Planung von Produktionsprogramm, Fertigung und Betriebsmittel bis hin zur Steuerung des Produktionsprozesses in Fertigung und Montage zu erreichen (vgl. Seliger, Schallock 1987, S. 38). Diese Integration hat sich an den Daten- bzw. Informationsbeziehungen zu orientieren, die prinzipiell zwischen PPS-System und CAD/CAM-Komponenten bestehen (**Bild 7.01**). Im einzelnen geht es an den Schnittstellen zwischen technischer und betriebswirtschaftlicher Datenverarbeitung um folgende Zusammenhänge (vgl. insbesondere Scheer 1988, S. 58 ff):

CAD-PPS: Bei der Zeichnungserstellung über ein CAD-System wird aus der Zeichnung eine Konstruktionsstückliste erstellt; aus dieser läßt sich formal die fertigungstechnisch orientierte Stückliste für die Produktionsplanung und -steuerung erzeugen, die die Einzelkomponenten nach dem Fertigungsfluß zu Baugruppen zusammenstellt. Umgekehrt ist der Zugriff der Entwicklung und Konstruktion auf Daten – insbesondere Betriebsmitteldaten – des PPS-Systems für eine fertigungsorientierte Konstruktion sinnvoll, denn nur dann können die spezifischen Bedingungen der Fertigung und des Maschinenparks eines Betriebs bereits beim Entwurf einzelner Werkstücke oder komplexer Produkte Berücksichtigung finden.

CAP-PPS: Während die Produktionsplanung und -steuerung alle **auftragsabhängigen** Funktionen der (terminlich-betriebswirtschaftlichen) Planung und Steuerung umfaßt, geht es bei der Arbeitsplanung um die **auftragsunabhängigen** (technischen) Funktionen (vgl. Hackstein 1985, S. 17). Im Rahmen der computergestützten Arbeitsplanerstellung und NC-Programmierung werden Arbeitspläne generiert, deren Informationen wichtige Grunddaten für die Arbeitsplandateien eines PPS-Systems darstellen. Zu nennen sind hier insbesondere die zur Durchführung jedes Arbeitsgangs benötigten Betriebsmittel (Maschinen, Vorrichtungen), Materialien und gegebenenfalls NC-Programme, sowie die für die Bearbeitungsprozesse zu veranschlagenden Zeiten (insbesondere Rüst- und Maschinenlaufzeiten). Umgekehrt benötigt die Arbeitsplanung Information aus der Produktionsplanung und -steuerung, z. B. über die zeitliche Bereitstellung von NC-Programmen.

CAM-PPS: Aus der (automatisierten) Fertigung benötigt die Produktionsplanung und -steuerung vor allem Statusinformationen, wie z. B. über den Auftragsfortschritt (Soll-/Ist-Vergleich) in Fertigung und Montage, aber auch Daten über die Betriebsmittelverfügbarkeit. Diese Daten können gegebenenfalls durch geeignete Informationsgeber (z. B. MDE-, BDE-Systeme) direkt an den Fertigungsaggregaten erfaßt und automatisch an ein PPS-System weitergeleitet werden. Dabei sind besonders Vernetzungen zwischen der Produktionsplanung und -steuerung und flexiblen Fertigungszellen oder -systemen zu erwähnen, bei denen Auftragspools online überstellt werden. Solche Formen sind vor allem bei einer Produktionssteuerung möglich, die über Fertigungsleitreechner erfolgt. Genutzt wird dazu häufig eine DNC-Kopplung. In umgekehrter Richtung sind in erster Linie die Steuerungsimpulse wichtig, die von der Produktionsplanung und -steuerung auf Fertigung und Montage gerichtet sind (vor allem Auftragsfreigabe, Mengen- und Terminvorgaben). Im Rahmen der Terminkontrolle können Soll-/Ist-Abweichungen analysiert und Ergebnisse direkt als Steuerungsinformation in die Maschinensteuerung zurückgeleitet werden. Parallel dazu entstehen in der Fertigung Daten, die für die Kostenkalkulation sowie die Lohn- und Gehaltsberechnung benötigt werden.

CAQ-PPS: Daten über die Qualität der Produkte und damit die Anzahl der „Gutstücke“ stellen wesentliche Informationen dar, um gegebenenfalls Mengen und auch Termine umzuplanen oder schon im Vorfeld realistische, den zu erwartenden Ausschuß berücksichtigende Sollmengen zu berechnen. Außerdem können solche Daten zur Verfügbarkeitsprüfung von Betriebsmitteln sowie für die Arbeitsplanung von Wartung und Instandhaltung herangezogen werden.

Aus diesen hier nur sehr knapp dargestellten Beziehungen zwischen der Produktionsplanung und -steuerung und den CAD/CAM-Funktionen ergeben sich die zentralen Ansatzpunkte zur datentechnischen Vernetzung zwischen den beiden Funktionsbereichen.

7.2 Entwicklungsstand und Verbreitung in der Praxis

Die in CIM-Perspektive erfolgende datentechnische Integration von terminlich-betriebswirtschaftlicher und produktionstechnischer Planung, Steuerung und Kontrolle des Produktionsprozesses setzt das Vorhandensein entsprechender CIM-Teilkomponenten in beiden Funktionsbereichen voraus.

Zur Bestimmung des Vernetzungspotentials bei den von der Breitenerhebung erfaßten Betrieben ist daher zunächst danach zu fragen, bei wie vielen Betrieben Computersysteme in beiden Bereichen bereits eingeführt sind. **Tabelle 7.01** zeigt, bei wie vielen der Betriebe, die über ein PPS-System verfügen, gleichzeitig auch eine oder mehrere produktionstechnische Funktionen computergestützt bearbeitet werden.³³⁾

33) Hierbei bleibt zunächst unberücksichtigt, um welche der CAD/CAM-Funktionen – CAD, CAP, CAM oder CAQ – es sich im einzelnen handelt.

Tabelle 7.01: Vernetzungspotential zu CAD/CAM-Funktionen bei Betrieben mit PPS-System

(Investitionsgüterindustrie gesamt – Angaben in %)

	Betriebe mit PPS-System (N = 162)	Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)
Vernetzung(en) mit CAD/CAM-Komponenten möglich:		
- keine	5,6	86,1
- eine	29,2	4,3
- zwei	32,9	4,8
- drei	20,5	3,0
- vier	11,7	1,8
Gesamt	100,0	100,0

Es zeigt sich, daß 1986/87 bereits fast alle PPS-Anwender bzw. 14 % aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie prinzipiell dazu in der Lage gewesen wären, mindestens eine Vernetzung zwischen dem PPS-System und CAD/CAM-Funktionen zu vollziehen, bei etwa zwei Drittel der PPS-Anwender (10 % aller Betriebe) gab es mindestens zwei Vernetzungsmöglichkeiten und rund 2 % aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie waren theoretisch dazu in der Lage, eine umfassende Integration zwischen den fünf hier erfassten CIM-Teilsystemen zu vollziehen.³⁴⁾

Tabelle 7.02 zeigt detaillierter, auf welche Einzelfunktionen sich das Vernetzungspotential bezieht, welche prinzipiellen Integrationsmöglichkeiten in den Betrieben am häufigsten gegeben sind.

Auffallend ist, daß in fast allen hier einzeln aufgeführten, häufigeren Kombinationen computergestützte Systeme in Fertigung oder Montage mit eingeschlossen sind. Das bedeutet, daß mehrheitlich solche Systeme in Fertigung und/oder Montage dann vorhanden sind, wenn auch PPS-Funktionen computergestützt ablaufen. Insgesamt wären 1986/87 etwas unter 90% der PPS-Anwender oder knapp 13 % aller erfassten Betriebe der Investitionsgüterindustrie in der Lage gewesen, prinzipiell eine Vernetzung zwischen PPS-System und computerisierten Fertigungs- oder Montageeinrichtungen zu realisieren. Dagegen gab es die Kombinationen PPS-CAD nur in 40 % der Betriebe mit Vernetzungspotential bzw. ca 6 % aller Betriebe, PPS-CAP in 60 % bzw. 9 % und PPS-CAQ in 24 % bzw. 3,6 %.

34) Wie bereits mehrfach angemerkt, können in der Realität PPS-Systeme und CAD/CAM-Teilsysteme auf verschiedene Ausschnitte des gesamten betrieblichen Produktionsprozesses beschränkt sein, so daß Vernetzungen tatsächlich kaum sinnvoll wären. Da die Einsatzbereiche einzelner Systeme in der Befragung nicht detaillierter erfaßt werden konnten, sind solche Einschränkungen im Erhebungsmaterial nicht erkennbar. U.a. auch deshalb muß hier von theoretischem oder prinzipiellem Vernetzungspotential gesprochen werden.

Tabelle 7.02: Prinzipiell vorhandene Vernetzungsmöglichkeiten zwischen PPS- und CAD/CAM-Teilsystemen
(Investitionsgüterindustrie gesamt – Angaben in %)

	Betriebe mit PPS-System (N = 162)	Investitions- güterindustrie (N = 1.096)
Prinzipielle Vernetzungsmöglichkeiten:		
PPS-CAD	5,6	0,9
PPS-CAM	19,7	2,9
PPS-CAP-CAM	18,5	2,7
PPS-CAD-CAM	6,8	1,0
PPS-CAD-CAP-CAM	13,0	1,9
PPS-CAD-CAP-CAM-CAQ	11,7	1,8
PPS-andere CAD/CAM-Funktionen	19,1	2,7
z.Z. keine Vernetzung möglich	5,6	86,1
Gesamt	100,0	100,0

Die Vernetzung zwischen PPS-System und Fertigung/Montage ist als on line Weitergabe von Statusinformation über BDE- bzw. MDE-Systeme oder DNC-Kopplungen zu realisieren (vgl. auch weiter oben 6.2), setzt also das Vorhandensein eines BDE-Systems voraus. 1986/87 war in etwa 40 % der Betriebe, die über ein PPS-System sowie über **computergesteuerte Produktionseinrichtungen** verfügten, gleichzeitig auch ein BDE-System installiert. Das bedeutet, daß in etwa 5 % aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie eine PPS-CAM-Vernetzung über BDE-Systeme prinzipiell möglich war.

Wieviele Betriebe hatten nun auf dem Hintergrund des skizzierten prinzipiellen Vernetzungspotentials 1986/87 bereits datentechnische Integrationslösungen zwischen terminlich-betriebswirtschaftlichen und produktionstechnischen Funktionen realisiert? Bei wievielen lagen Planungen in dieser Richtung vor?

Tabelle 7.03 zeigt, daß maximal etwa ein Drittel der Betriebe, bei denen ein entsprechendes Vernetzungspotential gegeben war, diese Möglichkeiten 1986/87 bereits realisiert hatten. Bei der Verbindung PPS-CAM trifft dies nur auf 15 % der Fälle, bei PPS-CAD auf 24 % zu. Etwa ein Viertel bis zwei Fünftel der Betriebe planten immerhin, die prinzipiell gegebenen Integrationslösungen auch auszubauen. Insgesamt wollen aber offensichtlich rund zwei Fünftel (42,5 %) dieser Betriebe bis auf weiteres die zumindest prinzipiell gegebenen Möglichkeiten nicht umsetzen (das entspricht rund 6 % aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie). Auffällig ist vor allem, daß über die Hälfte der Betriebe mit PPS- und CAM-Systemen

auch in Zukunft auf deren datentechnische Verknüpfung verzichten wollen.³⁵⁾

Tabelle 7.03: 1986/87 realisierte oder geplante Vernetzungen zwischen PPS-System und CAD/CAM-Komponenten bei Betrieben mit prinzipiellen Vernetzungsmöglichkeiten
(Investitionsgüterindustrie gesamt – Angaben in %)

	Prinzipielle Vernetzungsmöglichkeiten:			
	PPS-CAD (N = 66)	PPS-CAP (N = 98)	PPS-CAM (N = 126)	PPS-CAQ (N = 39)
Vernetzung realisiert	24,1	35,4	15,4	33,9
Vernetzung geplant	34,2	30,4	31,5	23,6
Vernetzung weder realisiert noch geplant	41,7	34,2	53,0	42,4
Anteil an den Betrieben der Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)	6,0	8,9	11,5	3,6

Dies ist ein erster deutlicher Hinweis darauf, daß selbst solche Betriebe bei einer weiterführenden CIM-Integration erheblichen Barrieren und Problemen gegenüberstehen, die durchaus schon Erfahrungen mit einzelnen CIM-Komponenten sowohl in terminlich-betriebswirtschaftlichen als auch in produktionstechnischen Funktionen gemacht haben.

Weitere Auswertungen zeigen, daß die Mehrheit der insgesamt noch wenigen Betriebe, die überhaupt schon über PPS-CAD/CAM-Vernetzungen verfügen, bisher nur eine solche Teillinie verwirklicht hat. Ein dichteres Netz mit drei oder vier Verbindungen liegt nur bei etwa jedem achten der Betriebe mit PPS-CAD/CAM-Integration vor, was nicht einmal einem Prozent aller erfaßten Betriebe der Investitionsgüterindustrie entspricht (Tabelle 7.04). Auch dies ein Hinweis auf offensichtlich erhebliche Schwierigkeiten beim Ausbau umfassenderer CIM-Lösungen, selbst bei solchen Betrieben, die eine derartige Strategie auf dem Hintergrund bereits eingeführter CIM-Komponenten verfolgen.

Nun könnte ein Teil dieser offenbar vorhandenen Schwierigkeiten und Probleme der Realisierung weitergehender CIM-Lösungen damit zusammenhängen, daß die in den Betrieben bereits vorhandenen computertechnischen Systeme veraltet sind und nicht über geeignete Schnittstellen für eine Vernetzung zwischen produktionstechnischen und betriebswirtschaftlichen Funktionen verfügen.

35) Das Datenmaterial gibt keine Auskunft darüber, inwieweit dies mit dem Fehlen bzw. mit einem Verzicht auf den Einsatz von computergestützten BDE-Systemen zusammenhängt. Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmierl (1989): An der Schwelle zu CIM.

Tabelle 7.04: Vernetzungsdichte bei Betrieben mit PPS-CAD/CAM-Vernetzung
(Investitionsgüterindustrie gesamt – Angaben in %)

	Betriebe mit PPS-CAD/CAM- Vernetzungen (N = 68)	Investitions- güterindustrie - gesamt - (N = 1.096)
Zahl der pro Betrieb realisierten PPS-CAD/CAM-Vernetzungen:		
- eine	61,8	3,8
- zwei	26,5	1,6
- drei	8,8	0,5
- vier	2,9	0,2
	100,0	6,2

Deshalb wurde ermittelt, wieviele derjenigen Betriebe eine PPS-CAD/CAM-Vernetzung planen, die erst in absehbarer Zukunft durch die Neueinführung entsprechender CIM-Einzelkomponenten über die Möglichkeiten dazu verfügen werden (**Tabelle 7.05**). Hier zeigt sich, daß sich zwar das theoretisch gegebene Vernetzungspotential erheblich ausweitet. Gut drei Fünftel dieser Betriebe werden nach den gegebenen Planungsabsichten in absehbarer Zeit tatsächlich Schritte der Vernetzung realisiert haben, während bei knapp zwei Fünfteln solche Vernetzungsvorhaben nicht bestehen.

Tabelle 7.05: Realisierte bzw. geplante PPS-CAD/CAM-Vernetzungen im Vergleich zum Vernetzungspotential
(Investitionsgüterindustrie gesamt – Angaben in %)

	Investitionsgüter- industrie (N = 1.096)
Über die Möglichkeit zu mindestens einer PPS-CAD/CAM-Vernetzung verfügen 1986/87:	13,7
- davon haben mindestens eine Vernetzung realisiert:	45,3
Über die Möglichkeit zu mindestens einer PPS-CAD/CAM-Vernetzung werden nach Einführungweiterer CIM-Komponenten verfügen:	31,7
- davon haben mindestens eine Vernetzung realisiert oder geplant:	62,2

Insgesamt stützen diese Ergebnisse den Eindruck, daß nicht nur erst sehr wenige Betriebe umfassendere Integrationslösungen über die bisher dominanten horizontalen und vertikalen Formen hinaus realisiert haben oder in absehbarer Zukunft verwirklichen wollen, sondern daß auch dort, wo solche Strategien verfolgt werden, deren Realisierung offenbar noch längerer Zeiträume bedarf. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, daß es sich bei der CIM-Verwirklichung um einen sehr langfristigen Prozeß handelt. Auf die Schwierigkeiten, die dabei zu überwinden sind, soll im folgenden etwas näher eingegangen werden.

7.3 Schwierigkeiten und Probleme weitgehender Vernetzung in CIM-Perspektive

Den Ansätzen und Versuchen, die Integration von PPS-System und CAD/CAM-Komponenten in CIM-Perspektive voranzutreiben, stellen sich sowohl technische Probleme der Realisierung von Datenverbindungen angesichts gegenwärtig nur begrenzt verfügbarer Integrationsinstrumente entgegen, als auch eher organisatorisch-praktische Probleme der betrieblichen Umsetzung der Konzepte.

7.3.1 Probleme der Vernetzungstechniken

Beim derzeitigen Stand der technischen Entwicklung kommen verschiedene, mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen behaftete Möglichkeiten der datentechnischen Vernetzung zwischen PPS- und CAD/CAM-Funktionen in Betracht.

(1) Die technisch weitestgehende Lösung der Integration von PPS-System und CAD/CAM-Komponenten im Rahmen eines CIM-Modells ist die Einrichtung eines **gemeinsamen Datenbanksystems**, – eine Anwendung-zu-Anwendung-Beziehung durch Programmintegration. Dabei werden Transaktionen des einen Systems systematisch auf Transaktionen des anderen Systemes bezogen (vgl. Scheer 1987, S. 117). Ein derartig hoher Verknüpfungsgrad ist nur auf Basis eines allen Anwendungen gemeinsamen, stets aktualisierten Datenbestands möglich, auf den die einzelnen PPS- und CAD/CAM-Systeme (als Programme) jederzeit in einer gemeinsamen Datenbank zugreifen können.

Eine solche Lösung setzt allerdings voraus, daß für alle Anwendungsgebiete ein einheitlicher Datenaufbau definiert wird. Nur damit ist eine hohe Datenintegrität bei Minimierung der Datenpflege und des Dateneingabeaufwandes zu erreichen, da up-dates aus einem Bereich unmittelbar im anderen Anwendungsbereich wirken. Das bedeutet z. B., daß die Programmroutine Durchlaufterminierung automatisch auf den Dateiausschnitt der Arbeitsplandatei zugreift, in dem die Planzeiten für bestimmte Bearbeitungsprozesse abgespeichert sind. Für diese Anwendung muß also keine eigene Arbeitsplandatei mit Daten und Zeiten erstellt werden.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß Datenbanklösungen Abfragesprachen anbieten, die einfach zu handhaben sind und z. B. auch – über die einzelnen primären Anwendungsgebiete hinaus – Zusammenstellungen von Informationen und Analysen erlauben.

Derartige Datenbanklösungen sind einerseits – vor allem in Form relationaler Datenbanken – Stand der Technik, andererseits im Feld der Integration von CAD/CAM- und PPS-Systemen nicht ohne weiteres – und vor allem nicht ohne erheblichen Aufwand – einzusetzen.

Eines der dabei zu lösenden Probleme hat mit den Unterschieden in den je verwendeten Datenstrukturen zu tun. Während PPS-Systeme mit Struktur- bzw. Baukastenstücklisten arbeiten, erzeugen CAD-Systeme Konstruktionsstücklisten, die nicht ohne weiteres in erstere konvertierbar sind.

Problematisch sind ferner die durch CAD-Funktionen belegten Speicher- und Rechenkapazitäten sowie die unterschiedliche zeitliche Dauer von Änderungsprozessen im PPS- und CAD-System; so kann sich der Entwurf einer Zeichnung über viele Tage erstrecken, während Transaktionen im PPS-Programm sekundenschnell von statten gehen. Um dieses Dilemma zu beheben, sind inzwischen verschiedene technisch-organisatorische Lösungen entwickelt worden, so daß eine Integration von CAD- und PPS-Systemen zumindest prinzipiell realisierbar ist (vgl. dazu Scheer 1987, S. 112; Kölle 1988, S. 11 ff.).

Allerdings bestehen nach wie vor erhebliche Barrieren gegenüber einer breiten Einführung dieser weitgehenden Form datentechnischer Vernetzung, da die außerordentlich aufwendige Reorganisation der betrieblichen Datenbestände nach einer einheitlichen Struktur unverzichtbar ist und darüber hinaus leistungsstarke Großrechnersysteme verlangt werden.

(2) Eine zweite – bereits gebräuchliche – Möglichkeit ist die Vernetzung von PPS-System mit CAD/CAM-Komponenten über „**Schnittstellenprogramme**“. Bei dieser Lösung werden zur Angleichung der Formate der auszutauschenden Daten Umformungs- oder Konvertierungsprogramme zwischen die beiden zu vernetzenden Systeme geschaltet. Auf die Möglichkeit des beliebigen freien Springens zwischen den Systemen, d.h. auf die Durchführung von ad hoc-Abfragen über Abfragesprachen muß bei dieser Form der Vernetzung allerdings verzichtet werden. Zudem belegen die Konvertierungsprogramme erheblichen Speicherplatz und benötigen lange Rechenzeiten. Da die Konvertierung der Daten in einem Programm festgelegt ist, sind Änderungen oder Erweiterungen mit beträchtlichem Programmieraufwand verbunden.

(3) Eine dritte Vernetzungsmöglichkeit ist in der **Kopplung** beider Systeme **über Personalcomputer (PC)** zu sehen. Dabei werden durch den Einsatz von Abfragesprachen (und Kopplungsprogrammen) Datenselektionen aus den Datenbeständen beider Systeme vorgenommen und in den PC geladen. Hier kann dann die Bearbeitung auf Basis selektierter Datenmengen

durchgeführt werden. Die sogenannte Fenstertechnik (Window-Technik) unterstützt die Arbeit am jeweiligen PC, da gleichzeitig verschiedene Anwendungen auf dem Bildschirm sichtbar gemacht werden können.

(4) Die voranstehende Methode stellt als eingeschränkte Form technischer Integration die Weiterentwicklung einer rein **organisatorischen Verbindung** dar, bei der an einem Arbeitsplatz zwei Terminals stehen, die auf zwei verschiedene Systeme zugreifen.

Bei beiden zuletzt genannten Lösungen fehlt jedoch die Möglichkeit eines automatischen Datenaustausches zwischen dem PPS-System und den jeweiligen CAD/CAM-Komponenten. Während bei der organisatorischen Verbindung die Datenänderung durch den Anwender in beiden Systemen durchgeführt werden muß, reduziert sich dieser Aufwand bei der Kopplung mittels PC auf eine einmalige Änderung. Die Rückführung der geänderten Daten in die Systeme muß jedoch durch den Anwender angestoßen werden. Bei beiden Methoden bleibt somit die Frage der Gewährleistung der Datenkonsistenz weiterhin dem Anwender überlassen. Beide Methoden können deshalb auch nicht im strengen Sinne als online Vernetzungen bezeichnet werden.

Angesichts der Weiterentwicklung der Systemangebote scheinen die rein technischen Probleme einer horizontalen CIM-Vernetzung bereits weitgehend lösbar zu sein. Damit werden Strategien der Vernetzung von PPS- und CAD/CAM-Systemen in der betrieblichen Praxis prinzipiell umsetzbar.

Die heute angebotenen Standard PPS-Makrosysteme sind nach Geitner (1988, S. 68) alle datenbankorientiert; dies trifft selbst auf etwa die Hälfte der marktgängigen Microsysteme zu. Außerdem bietet nach Herstellerangaben eine erhebliche Anzahl der Systeme heute CAD- und CAP-Schnittstellen an (vgl. Geitner 1988, S. 69; Förster 1986, S. 23ff). Eine breite und rasche Einführung komplexer Integrationslösungen bleibt dennoch fraglich.

7.3.2 Probleme betrieblicher Umsetzung

Die eigentlichen Schwierigkeiten einer weitgehenden Vernetzung in CIM-Perspektive entspringen offensichtlich organisatorischen und betriebspraktischen Problemen der Technikeinführung und Umsetzung der Konzepte. Dabei spielen sowohl der notwendige Aufwand bei der Datenreorganisation und der Überwindung von Schnittstellenproblemen eine Rolle als auch die retardierenden Momente gewachsener betrieblicher Funktionsverteilungen und Organisationsstrukturen.

(1) Ist die Frage der Qualität und Organisation von Daten schon bei der Einführung und Anwendung eines bestimmten PPS-Systems von zentraler Bedeutung für dessen Funktionsumfang und Leistungsfähigkeit, so

gilt dies um so mehr bei der Vernetzung zwischen PPS- und CAD/CAM-Komponenten. **Umstellungen** der Datenorganisation sind in der Regel sehr **zeitaufwendig und teuer**. Dies mag ein Praxisbeispiel illustrieren.

In einem mittleren Betrieb der Elektrotechnik ging es um die „Ergänzung“ eines eigenprogrammierten PPS-Systems mit dem Modul Brutto-/Nettobedarfsrechnung. Damit sollte aus dem PPS-System ein vollintegriertes System entstehen, weitgehend funktionsgleich mit dem marktgängigen Planungssystem eines führenden Herstellers. Allein die Programmierung dieses Moduls würde die betriebseigenen Programmierkapazitäten der EDV-Abteilung bei weitem überfordern. Hinzu kommt, daß die gesamte Datenbasis reorganisiert werden muß (Erweiterung aller Datensysteme, da Beschränkungen der Feldlängen). Dies würde – nach Aussagen der Gesprächspartner – ca. eineinhalb Jahre in Anspruch nehmen. Zum Zeitpunkt der Befragung war die Entscheidung über das weitere Vorgehen noch offen. Zwei Wege stehen zur Wahl: Zum einen die Ablösung des PPS-Systems durch ein marktgängiges modernes Komplettsystem, zum anderen das Beauftragen eines Softwarehauses mit der Programmierung des fehlenden Moduls (Fall 26, ca. 650 Beschäftigte).

(2) Ein weiteres wesentliches Hemmnis der Vernetzung in CIM-Perspektive liegt in der **datentechnischen Inkompatibilität** einzelner CIM-Komponenten und den dadurch verursachten **Schnittstellenproblemen**. Oftmals sind die Einzelsysteme früher nicht mit der Absicht beschafft worden, sie in künftige CIM-Lösungen einzubinden.³⁶⁾ Dabei handelt es sich nicht nur um Schnittstellenprobleme zwischen Software-, sondern auch zwischen Hardwaresystemen. Daneben spielt bei älteren Systemen natürlich eine Rolle, daß diese technisch noch nicht auf Vernetzung ausgelegt sind.

So konnten beispielsweise in einem Maschinenbaubetrieb vorhandene Vernetzungsabsichten nicht praktisch umgesetzt werden, da man sich früher für eine wenig verbreitete Computer-Hardware entschieden hatte. Das darauf installierte PPS-System weist keine Schnittstellen zu CAD/CAM-Komponenten auf. Die Entscheidung, an der bewährten Hardware festzuhalten, macht die aufwendige Eigenentwicklung eines PPS-Systems erforderlich, da für diese Hardware das Marktangebot lauffähiger PPS-Systeme unzureichend ist (Fall 41, Maschinenbau, 700 Beschäftigte).

Um die als „Ausgangsvernetzung“ für eine CIM-Lösung angesehene CAD-PPS-Kopplung zu realisieren, ist man in einem anderen Maschinenbaubetrieb (Kleinserienfertigung, ca. 600 Beschäftigte) seit fast zwei Jahren darum bemüht, die beiden vorhandenen PPS- und CAD-Rechner zu koppeln. Trotz Ausweitung der Programmierkapazität ist dies bisher nicht gelungen (Fall 37).

(3) Probleme der Umsetzung von Integrationskonzepten können auch aus der notwendigen **Anpassung der Betriebs- und Arbeitsorganisation** an die neuen Techniken entstehen. So muß etwa eine engere informationstechnische Verzahnung zwischen verschiedenen Funktionen ihre Entsprechung in einer engeren ablauf- und aufbauorganisatorischen Anbindung der Abteilungen (z. B. Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Ferti-

36) Es gibt aber – wie sich in den betrieblichen Einzelrecherchen zeigte – auch heute noch Betriebe, in denen – trotz perspektivischer Orientierung auf CIM – bei der Beschaffung einzelner computergestützter Systeme als oberstes Prinzip deren Funktionalität als stand-alone-System berücksichtigt wird.

gungssteuerung) finden (vgl. auch z. B. Brankamp 1987, S. 12). Damit werden u. U. tradierte Kompetenzverteilungen und Positionen in Frage gestellt, sind innerbetriebliche Konflikte oft vorprogrammiert. Teilweise werden solche Konflikte auch als Auseinandersetzungen über die einzuschlagende CIM-Strategie ausgetragen, was zu Blockierungen in deren Umsetzung führen kann.

In einem Maschinenbaubetrieb vertritt der Leiter der Organisationsabteilung das Konzept einer schrittweisen, zunächst auf die PPS-Funktionen zentrierten CIM-Strategie. Diesem Konzept entspricht der zum Befragungszeitpunkt bereits zwei Jahre dauernde Versuch, das PPS-System mit dem CAD-System zu vernetzen. Um die bestehenden Schnittstellenprobleme zu lösen, wurde ein zusätzlicher Programmierer rekrutiert, der formal der EDV-Abteilung unterstellt ist. Der Leiter dieser EDV-Abteilung geht von der Durchsetzbarkeit einer Totalvernetzung in einem Schritt aus. Durch die dafür notwendigen Arbeiten wird ein Großteil der zusätzlichen Programmierkapazität absorbiert. Da der Konflikt zwischen beiden Positionen innerbetrieblich nicht entscheidbar war, wurde von der Organisationsabteilung die Einschaltung eines externen Unternehmensberaters vorgeschlagen (Fall 37, 600 Beschäftigte).

(4) Auch ohne Dissens zwischen betrieblichen Abteilungen über ein „richtiges“ CIM-Konzept können **organisatorische Hemmnisse und praktische Probleme der Umsetzung** auftreten. Diese können z. B. auch in einem Widerstreit zwischen betriebs- und unternehmensbezogenen Konzepten begründet sein.

So verhinderte die Konzern-Zentrale eines Baumaschinenherstellers die geplante strukturierte Umsetzung einer CIM-Teillösung (Vernetzung CAD-PPS und CAP-PPS) durch die Kaufentscheidung für ein in der betriebsinternen Konzeption nicht vorgesehenes CAD-System, sowie durch die Verzögerung der Anschaffung eines neuen Großrechners, auf dem die neuen Systeme implementiert werden sollten. Hintergrund für diese Entscheidung war in diesem Fall der Vorrang der Realisierung von Konzepten unternehmensübergreifender Vernetzung innerhalb eines Betriebsverbunds (Fall 29, ca. 550 Beschäftigte).

Vor dem Hintergrund

- technisch nicht vernetzungsfähiger Systeme,
- des hohen Aufwands der erforderlichen Datenreorganisation,
- der notwendigen ablauf- und aufbauorganisatorischen Eingriffe sowie
- meist gegebener zeitlicher und finanzieller Restriktionen

ist es nicht weiter verwunderlich, daß zum einen noch bei weitem nicht alle prinzipiell zur Vernetzung zwischen PPS- und CAD-/CAM-Systemen in CIM-Perspektive fähigen Betriebe diese bereits verwirklicht haben oder planen und daß die in der Praxis vorgefundenen Datenverbindungen nur zum Teil als On line-Vernetzung im dargestellten technischen Sinn gelten können.

7.3.3 Technische oder organisatorische Vernetzung?

Bisher bestehen Integrationslösungen zwischen PPS-System und CAD/CAM-Komponenten offenbar zumeist als lediglich organisatorische oder halbautomatische Verbindungen. Allerdings sind unter den Betrieben mit derartigen Lösungen nicht wenige, die diese durch Konzepte auf der Basis einer gemeinsamen Datenbank ablösen wollen, was eine weitergehende technische Integration bedeutet.

Im Fall eines Kleinserienfertigers des Maschinenbaus mit ca. 700 Beschäftigten, der über einen insgesamt hohen Technisierungsgrad verfügt, stellte sich die horizontale CIM-Lösung wie folgt dar: Die PPS-, CAD- und CAP-Software ist auf einem zentralen Host-Rechner implementiert. Die drei Systeme besitzen jedoch keine aktivierten Schnittstellen. Konstruktion und Arbeitsvorbereitung (letztere zuständig für das Erstellen der Arbeitspläne) generieren an eigenen Terminals die Stücklisten und Arbeitspläne, die online ins PPS-System eingegeben werden. Für eine geplante technische CIM-Lösung wird allerdings von der Notwendigkeit ausgegangen, aus Gründen der Betriebssicherheit die Systeme auf verschiedene Rechner zu verteilen (Fall 41).

Eine Systemverbindung über die Implementation verschiedener Systeme auf einem Host-Rechner ist nach den näheren Recherchen offensichtlich die in den Betrieben derzeit am häufigsten vorzufindende Lösung. Dabei wird zumeist die Bedieneroberfläche des Betriebssystems so gestaltet, daß ein direktes „Springen“ von einem System ins andere möglich wird.³⁷⁾ Da allerdings die Fenstertechnik (Window-Technik) oft noch nicht verfügbar ist, sind an Arbeitsplätzen der Konstruktion oder Arbeitsvorbereitung nicht selten mehrere Terminals anzutreffen, damit ein gleichzeitiger Zugriff auf verschiedene Systeme gewährleistet ist.

Ein Betrieb, der über ein dezidiertes, um das PPS-System zentriertes CIM-Konzept verfügt, bisher den Einsatz einer gemeinsamen Datenbank plante und in seinen Einkaufsrichtlinien nur in CIM-Perspektive vernetzungsfähige Einzelsysteme gestattete, geht vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Marktangebots nun andere Wege. Das (konzernweit) angewendete PPS-System wird mit einem – vor allem entsprechend den Bedürfnissen der Konstruktion eingekauften – CAD-System nun mittels PC und entsprechender Kopplungssoftware (PC-link) vernetzt (Fall 30, Maschinenbau, ca. 500 Beschäftigte).

Es gibt aber auch schon in der Praxis weiter vorangetriebene Lösungen einer PPS-zentrierten CIM-(Teil-)Vernetzung. Ein solches Konzept wurde unter anderem bei einem Maschinenbaubetrieb, der Zulieferer für die Automobilindustrie ist, vorgefunden.

Die Vertriebsstellen erfassen Kundenaufträge on line und versehen diese mit den notwendigen Daten und Klartextbemerkungen für Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Versand. Der in der Konzernzentrale stehende Host-Rechner weist die einzelnen Positionen anhand von Werkstücknummern bestimmten Fertigungsabteilungen oder Lagern zu und erzeugt daraus unmittelbar die Fertigungsaufträge. Per Rechnerkopplung (Datenfernübertragung ins Zweigwerk) werden die Aufträge an den Fertigungsrechner weiter-

37) Auf diese Weise wird ein umständliches log out aus einem System und darauffolgendes log in in ein anderes System vermieden.

geleitet, der sie nach Produktart und Terminen selektiert. Die Stücklistenauflösung sowie die Grobplanung (etwa tagesgenau) erfolgen anhand der Arbeitspläne für die innerhalb eines bestimmten Zeitraums fälligen Aufträge. Daraus erfolgt eine stundengenaue Feinplanung der Teile sowie eine Kapazitätsterminierung, ausgehend von der aktuellen Kapazitätssituation. Bei Anforderung eines Auftrages durch den Bediener über BDE-/MDE-Terminals weist ihm der Rechner den terminlich nächsten an. Entsprechende Steuerungsdaten werden dabei sofort an die Maschinensteuerung weitergegeben. Dazu ist der Fertigungsrechner mit dem DNC-Rechner gekoppelt. Bedarf die Auftragsbearbeitung eines NC-Programms, so teilt der Fertigungsrechner dem Bediener dessen Nummer mit, über die das Programm direkt vom DNC-Rechner in die Maschinensteuerung abgerufen werden kann. Für die Montage werden die zu einem Auftrag gehörenden Teile rechnergestützt zusammengeführt und übergeben. Alle Fertigungsstufen eines Auftrages werden automatisch an den Host zurückgemeldet, so daß im Vertrieb jederzeit der aktuelle Stand der Auftragsbearbeitung verfügbar ist. Auftragsänderungen werden normalerweise im Host erfaßt, der automatisch die zu ändernden Positionen prüft und die Änderungen an den Fertigungsrechner überträgt. Änderungswünsche werden jedoch auch teilweise telefonisch der Arbeitsvorbereitung gemeldet, die sie dem Fertigungsrechner eingibt. Dort werden sie mit dem Ursprungsantrag verglichen. Ist der Auftrag noch nicht in Bearbeitung, erfolgt die automatische Generierung eines neuen Auftrags. Ist der Auftrag bereits begonnen worden, ist ein manueller Abgleich des alten Auftrags mit dem neuen erforderlich. Neben dieser nicht automatisierten Funktion verfügt die dargestellte Lösung auch nicht über eine automatische Materialverfügbarkeitsprüfung. Darüber hinaus erfordert die dargestellte Eigenlösung aufgrund spezieller Hardwarekomponenten (nicht dem Industriestandard entsprechende PCs) und eigenentwickelter Software bei Ablaufänderung einer Modernisierung der Hardware und Software (Fall 01, Maschinenbau, 1.200 Beschäftigte).

Ein weiteres ähnlich komplexes System mit dem Einsatz eines Fertigungsleitrechners fand sich bei den Einzelrecherchen auch in einem Betrieb aus der Luftfahrtindustrie (Fall 62). Dabei war beiden Fällen gemeinsam, daß die recht weitgehende Vernetzung verschiedener planender, steuernder und kontrollierender Funktionen sich nicht auf den gesamten Betrieb, sondern nur auf bestimmte Produktlinien bezog.

Die aufgeführten Praxisfälle zeigen – in ihrer gegebenen Differenziertheit bezüglich der im einzelnen verfolgten CIM-Strategien –, daß bei den bisher realisierten Daten-Verbindungen organisatorische Formen der Verknüpfung dominieren. Dabei werden Daten „on line“ an das jeweilige System weitergeleitet (teilweise im real-time-Verfahren, teilweise in Form des file transfer). Ein automatischer up date verschiedener Systeme durch eine Eingabe existiert jedoch bisher noch kaum.³⁸⁾

-
- 38) In der postalischen Erhebung war nach realisierten oder geplanten „online“-Vernetzungen gefragt worden. Nach den Erfahrungen der einzelbetrieblichen Recherchen müssen manche der Angaben der Betriebe in dieser Hinsicht skeptisch beurteilt werden, wenn der Begriff auf Formen technischer Vernetzung begrenzt bleiben soll. Am deutlichsten wird dies an der in der Erhebung 1986/87 am häufigsten genannten Vernetzungslinie PPS-CAP. Da die meisten PPS-Systeme Arbeitspläne verwalten (im Rahmen der Grunddatenverwaltung), die zuständige Abteilung (meist Arbeitsvorbereitung) diese Arbeitspläne computergestützt, spricht „on line“ in das System abstellt, identifizierte ein Teil der Befragten dies als CAP-PPS-Vernetzung. Solche begrifflichen Unklarheiten sind in der heutigen CIM-Diskussion und -Praxis noch keineswegs beseitigt.

7.4 Zur weiteren Planung von Vernetzungen in CIM-Perspektive

Vor dem Hintergrund der offensichtlich in vielen Betrieben vorhandenen Schwierigkeiten und Probleme der Realisierung weitreichender Vernetzungskonzepte in CIM-Perspektive ist davon auszugehen, daß die dafür erforderlichen **Umsetzungszeiträume** sehr oft länger als ursprünglich erwartet ausfallen werden. Dafür gab es bei den betrieblichen Einzelrecherchen zahlreiche Hinweise und konkrete Äußerungen.

Zwar wurden Betriebe angetroffen, die den in der schriftlichen Befragung angegebenen Zeitrahmen der geplanten Vernetzung für realistisch hielten, sie bildeten jedoch eher die Ausnahme.

So glaubte die Geschäftsführung eines kleineren Maschinenbaubetriebs (hochkomplexe Produkte in Kleinserie, Zulieferer für den Werkzeugmaschinenbau) bis 1991 die Komplettvernetzung des Betriebes im Rahmen von CIM verwirklichen zu können. Zum Zeitpunkt des Gesprächs (Anfang 1988) waren von den zu vernetzenden CIM-Teilkomponenten erst eine Verwaltungs-EDV und in der Fertigung CNC-Maschinen im Einsatz; ein CAD-System zur automatischen Weitergabe von Geometriedaten an die CNC-Maschinen und ein gekoppeltes CAP-System waren gerade in der Einführung (Fall 59, unter 100 Beschäftigte).

In den allermeisten Fällen wurden die Planungen im Feld computergestützter Integration als solche bestätigt, in der zeitlichen Dimension ihrer Realisierbarkeit jedoch – oftmals vor dem Hintergrund praktisch erfahrener Schwierigkeiten bei den Vernetzungsversuchen – revidiert, d.h. deutlich zeitlich verschoben. In wenigen Fällen wurden bestimmte Vernetzungsabsichten überhaupt storniert; dies traf insbesondere auf PPS-CAQ-Vernetzungen zu.

Nach diesen Erfahrungen können die Ergebnisse der Betriebserhebung zur Größe des künftig vorhandenen Vernetzungspotentials, zur Planung tatsächlicher Vernetzung sowie zu den dabei vorwiegend berücksichtigten CIM-Teillinien als weitgehend realistisch angesehen werden. Einschränkungen sind dagegen zu machen hinsichtlich des Realisierungszeitraums und bei der Frage, inwieweit es sich dabei um online-Verbindungen technisch fortgeschrittener Art handelt. Einerseits werden oft noch eher organisatorische Verbindungen vorherrschen, andererseits wird sich der Realisierungszeitpunkt in vielen Fällen auf Mitte der 90er Jahre verschieben.

Wie schon weiter oben – **Tabelle 7.05** – gezeigt, wird sich das Vernetzungspotential deutlich ausweiten, sobald die Betriebe die Pläne zur Einführung weiterer CIM-Komponenten realisiert haben. Statt auf rund 15 % der Betriebe in der Investitionsgüterindustrie, bei denen bereits 1986/87 prinzipiell Vernetzungsmöglichkeiten über die Grenzen der PPS- und CAD/CAM-Komponenten hinaus vorhanden waren, wird dies in absehbarer Zeit auf etwa ein Drittel zutreffen. Allerdings sehen auch von diesen Betrieben nur gut zwei Fünftel tatsächlich (mindestens) eine solche Integrationslösung vor.

Tabelle 7.06 zeigt, wie das Verhältnis zwischen möglichen, bereits vorhandenen und tatsächlich geplanten Vorhaben bei den einzelnen Vernetzungslinien aussieht.

Tabelle 7.06: Potentielle und tatsächliche Vernetzungen zwischen PPS und ausgewählten CAD/CAM-Komponenten
(Investitionsgüterindustrie gesamt – Angaben in %)

bestehende oder zu erwartende Vernetzungsmöglichkeiten:				
	PPS-CAD (N = 216)	PPS-CAP (N = 118)	PPS-CAM (N = 296)	PPS-CAQ (N = 118)
Vernetzung bereits realisiert	7,5	18,7	7,1	11,3
Vernetzung erst geplant	50,6	46,3	31,2	36,5
Vernetzung weder realisiert noch geplant	41,8	35,0	61,6	52,2
Anteil an den Betrieben der Investitionsgüterindustrie (N = 1.096)	19,7	10,8	27,0	10,8

Die Verteilung macht deutlich, daß auch in Zukunft ein erheblicher Teil der Betriebe, die dann prinzipiell über Voraussetzungen zu PPS-CAD/CAM-Koppelungen verfügen, diese nach dem gegenwärtigen Stand der Planung (noch) nicht zu realisieren beabsichtigen. Bei prinzipiell gegebenen Möglichkeiten sind die tatsächlichen Vernetzungsabsichten bei PPS-CAM und PPS-CAQ noch deutlich seltener als hinsichtlich der Vernetzungen zwischen betriebswirtschaftlicher und technischer Planung PPS-CAD oder PPS-CAP.

Berücksichtigt man nur diejenigen Betriebe, die bis 1986/87 noch keine der möglichen PPS-CAD/CAM-Vernetzungen eingeführt hatten, aber solche Verbindungen planen, ergibt sich folgendes Bild (s. **Tabelle 7.07**):

Bei rund der Hälfte der in der Vernetzung aktiven Betriebe, die bislang noch über keine Integrationserfahrungen zwischen PPS-System und CAD/CAM-Komponenten verfügen, sind Vorhaben vorgesehen, die sich auf die Verbindung von zwei oder drei Systemen (vor allem PPS-CAD und PPS-CAP) beschränken. Immerhin plant aber mehr als ein Drittel dieser Betriebe komplexere Lösungen mit drei oder gar vier Vernetzungslinien „aus dem Stand“. Wie die näheren Recherchen zeigten, ist hier vor allem hinsichtlich der Zeitstruktur und des technischen Verknüpfungsgrads bei diesen weitreichenden Planungen allerdings einige Skepsis angebracht.

Tabelle 7.07: Geplante Teillinien der PPS-CAD/CAM-Vernetzung bei Betrieben, die 1986/87 noch keine solche Vernetzung hatten

	Vernetzungs- planer (N = 151)	Investitionsgüter- industrie (N = 1.096)
Teillinien:		
PPS-CAD	11,3	1,6
PPS-CAP	12,6	1,7
PPS-CAM	7,9	1,1
PPS-CAD-CAP	6,6	0,9
PPS-CAP-CAM-	9,9	1,4
PPS-CAD-CAP-CAM	21,8	3,0
PPS-CAD-CAP-CAQ	6,0	0,8
PPS-CAD-CAP-CAM-CAQ	8,6	1,2
andere	15,2	2,1
	100,0	13,8

7.5 Zusammenfassend: CIM-Strategien im Überblick

Die bisher dargelegten Befunde zur Einführung und Planung computergestützter Integrationstechniken in der Investitionsgüterindustrie verweisen auf die außerordentlich große Vielfalt der betrieblichen Vorgehensweisen in diesem Feld. Zweifellos spielen die je spezifischen betrieblichen Ausgangsvoraussetzungen und Rahmenbedingungen eine entscheidende Rolle bei der Bestimmung der jeweils dominierenden Ansatzpunkte der Innovationsprozesse, bei der Auswahl und betriebsspezifischen Anpassung der einzuführenden Techniken und CIM-Komponenten, bei der Festlegung von Tempo und Reihenfolge der Umsetzung von Integrationslösungen etc.

Diese Vielfalt betrieblicher Vorgehensweisen unterstreicht die bekannte Feststellung, daß CIM „nicht von der Stange zu kaufen“ sei. Auf dem Technikmarkt angeboten werden im wesentlichen Einzelkomponenten, die, in aller Regel bereits für sich genommen, erheblicher betrieblicher Anstrengungen und Aufwendungen im Einführungsprozeß bedürfen, bevor sie die ihnen zugeordneten Funktionen erfüllen können. Dies gilt noch aussernäg-

ter für komplexere, verschiedene betriebliche Funktionsbereiche durchdringende Vernetzungslösungen. Damit erweist sich die CIM-Einführung als ein sehr langfristig angelegter, teilweise offener, nicht ex ante voll vorherbestimmbarer Prozeß, der vielfältigen Einflüssen durch die Entwicklung von marktgängigen Techniken und einzelbetrieblichen Bedingungen unterliegt.

Von ihrem Grundgedanken her richten sich CIM-Strategien auf die Durchdringung des gesamten betrieblichen Produktionsprozesses, auf die Vernetzung aller datentechnisch abbildbaren Teilprozesse der Planung, Steuerung und Kontrolle von Fertigung, Montage, Einkauf, Verkauf etc. Nach allen verfügbaren Informationen sind umfassende Lösungen dieser Art bisher allenfalls perspektivisch anvisiert. In ihrem praktischen Vorgehen konzentrieren sich Betriebe in aller Regel auf begrenzte Ausschnitte des Gesamtprozesses, seien sie durch Produktlinien oder Teilbereiche der Produktion definiert und/oder um bestimmte Funktionen – wie Produktionssteuerung oder produktionstechnische Planung – zentriert. Diese Schwerpunktsetzungen dienen – angesichts begrenzter Ressourcen an (qualifiziertem) Personal, an Zeit und an finanziellen Mitteln – in erster Linie der Einschränkung der Risiken und des Aufwands. Bevor weitreichende und umfassende Lösungen angegangen und entwickelt werden, müssen erst Erfahrungen in begrenzten Einsatzgebieten der Integrationstechniken vorliegen und Voraussetzungen für weiterführende Innovationen geschaffen werden. Charakteristisch ist daher weitgehend ein stufenweises Vorgehen wechselseitiger Anpassung computergestützter Integrationstechniken und betrieblicher Strukturen, bei dem die Schwerpunktsetzungen selbstverständlich im Zeitablauf wechseln.

Die bisher ausgebreiteten Befunde haben deutlich gemacht, daß die Betriebe der Investitionsgüterindustrie, auf die sich die Studie konzentrierte, in diesem Prozeß unterschiedlich weit fortgeschritten sind. In relativ knappen Momentaufnahmen, wie sie sowohl durch die postalische Erhebung als auch – in einigem zeitlichem Abstand – durch die ergänzenden einzelbetrieblichen Recherchen gemacht worden sind, können bestenfalls die Konturen erreichter oder geplanter Zwischenstationen auf dem Weg zur computergestützten Integration festgehalten werden. Ein einheitliches Strukturmuster von Organisation und Technikeinsatz in der „Fabrik der Zukunft“ zeichnet sich noch kaum ab.

Um dennoch den aktuellen Stand der Entwicklung im Feld der computergestützten Integration wenigstens skizzenhaft darzulegen, wird hier abschließend versucht, die unterschiedlichen Schwerpunkte betrieblichen Vorgehens zusammenfassend zu charakterisieren. Dieser Versuch basiert primär auf den einzelbetrieblichen Recherchen in rund fünf Dutzend Betrieben. Diese lassen sich nach den aktuell dominierenden Ansätzen und Schwerpunkten des Vorgehens unterschiedlichen „CIM-Strategien“ zuordnen.

Sieht man davon ab, daß in einer großen Zahl von Betrieben der Investitionsgüterindustrie bisher keine oder nur sehr geringe Ansatzpunkte zur

computerintegrierten Fertigung vorfindbar sind,³⁹⁾ lassen sich nach den primären Feldern der Vernetzung und den aktuellen Schwerpunkten betrieblichen Vorgehens vier Typen von CIM-Strategien unterscheiden:

(1) **CAM-Strategie:** Der Schwerpunkt des Einsatzes neuer Steuerungstechniken liegt in Einzelprozessen der Produktion oder Montage (CAM). Bei Betrieben, die diese Strategie verfolgen, geht es in erster Linie darum, die Rationalisierungsvorteile der neuen Techniken punktuell im unmittelbaren Produktions-/Montageprozeß zu nutzen. Die zentrale und technisch anspruchsvollste Entwicklungslinie in diesem Betriebsbereich stellen Versuche der Integration von Bearbeitungs-, Handhabungs- und Transportprozessen dar; so werden in der mechanischen Fertigung – z. B. vor allem bei der Einführung flexibler Fertigungssysteme (FFS) oder -zellen (FFZ) – in der Regel CNC-Werkzeugmaschinen, Be- und Entladeeinrichtungen, Speichermöglichkeiten für Werkzeuge und Werkstücke sowie Steuerungs- und Überwachungssysteme miteinander verknüpft. Zusätzlich können Flexible Transportsysteme (FTS) Verwendung finden, die die Verbindung zu den umgebenden Teilen der Produktion (z. B. Lagersysteme) herstellen.

(2) **PPS-Strategie:** Hier ist die optimale betriebswirtschaftlich-administrative und terminliche Steuerung des gesamten Produktionsprozesses für den Betrieb von besonderer Bedeutung, weshalb vorrangig die sog. horizontale Vernetzung über ein PPS-System verfolgt wird. Einsatz finden diese Systeme in der Fertigungsplanung und -steuerung, Materialdisposition, Termin- und Kapazitätsplanung und Betriebsdatenerfassung. Nachdem mittlerweile bei diesen Systemen von Anbieterseite her die Grobplanung größtenteils bereits zufriedenstellend gelöst ist, gehen nunmehr Versuche in die Richtung, Feinplanungs- und Feinsteuerungsaufgaben EDV-gestützt durchzuführen.

(3) **CAD/CAM-Strategie:** Für andere Betriebe steht die sog. vertikale Vernetzung von der Konstruktion über Teilebearbeitung bis zur Montage und Qualitätssicherung (CAD-CAP-CAM-CAQ) im Vordergrund des Einsatzes integrierender Computertechniken. Hiermit soll insbesondere der technische Datenfluß über eine Mehrfachverwendung der in der Konstruktion erstellten Produktdaten und -zeichnungen optimiert werden. Die notwendige Voraussetzung und gleichzeitig die Kerntechnik sind in interaktiv-graphischen CAD-Systemen zu sehen, bei denen eine Tendenz hin zu 2 1/2D- und 3D-Systemen festzustellen ist. Die Endvision dieses Konzeptes sieht die vollstän-

39) Die knapp 60 in der Studie näher recherchierten Betriebe stellen – ganz abgesehen von der geringen Fallzahl – keine im statistischen Sinne repräsentative Auswahl aus dem Feld der Investitionsgüterindustrie dar. Vor allem sind hier Betriebe nicht vertreten, bei denen der Einsatz computergestützter Integrationstechniken bisher keine oder eine nur geringe Rolle spielt. Da sich die Studie primär mit den betrieblichen Vorgehensweisen bei der Einführung dieser Techniken und deren Folgen auseinanderzusetzen hatte, war bei der Auswahl der Betriebe für die 1987/88 geführten mündlichen Interviews mit betrieblichen Experten nicht die möglichst repräsentative Zusammensetzung des Samples ausschlaggebend, sondern es sollten primär detailliertere Informationen aus technisch eher fortgeschrittenen Betrieben ermittelt werden.

dig EDV-gestützte Generierung von NC-Programmen und Arbeitsplänen aus den Geometriedaten und Stücklisten der Konstruktion und die automatische online-Einspielung dieser Daten in die automatisierten Fertigungseinrichtungen vor. Zusätzlich können computergestützte Qualitätssicherungssysteme in die Datenstruktur einbezogen sein.

(4) **CIM-Strategie:** Schließlich gibt es Betriebe, die bereits eine mehr oder weniger geschlossene CIM-Strategie verfolgen, die auf die komplette Vernetzung des gesamten Betriebes ausgerichtet ist. Diese Strategie schließt die anderen mit ein bzw. löst diese ab, indem bisherige Schwerpunktsetzungen zugunsten eines Gesamtkonzepts aufgegeben oder zumindest zurückgedrängt werden. Voraussetzung ist in der Regel eine bereits recht weitgehende Ausstattung des Betriebs mit CIM-Einzelkomponenten, wie z. B. CAD- und PPS-Systemen, deren Integrationsstand schon über inselartigen Einsatz hinausgetrieben worden ist. Zwei verschiedene Vernetzungskonzepte sind hier denkbar und wahrscheinlich: Ausgehend von einer zentralen Datenbank und eventuell einem CIM-Kernbereich werden die anderen betrieblichen funktionspezifischen Computersysteme in vorgeplanter Weise und unter Umständen sogar gleichzeitig mit ihrer Einführung integriert. Bei der zweiten Konzeption übernimmt eine Art zentrale Datenbank über bestimmte Computernetzwerke (z. B. LAN – local area networks) lediglich die Koordinierungsfunktion im Hinblick auf dezentral gesammelte und verwaltete Fachbereichsdaten. Konzeptionell ist diese Strategie jeweils auf den gesamten Betrieb ausgerichtet, Realisierungsschritte beziehen sich derzeit aber oft auf begrenzte Teilbereiche, etwa auf eine Produktlinie, zu deren Herstellung ein neues Werk aufgebaut wird.

Bei der großen Vielfalt der im einzelnen vorgefundenen Situationen und Vorgehensweisen haftet einem solchen Versuch der Typisierung und Zuordnung unvermeidlich ein gewisser Grad an Willkürlichkeit an, zumal – wie bereits gesagt – hier nicht von langfristig stabilen, sondern im Innovationsprozeß rasch wechselnden Zuständen auszugehen ist. Die vorgefundenen Strategien weisen deutlich eine Art Durchgangscharakter auf und können im Zeitablauf wechseln. Nicht immer ist es daher möglich, einen Betrieb nach den derzeit primär verfolgten Konzepten eindeutig einer bestimmten Strategie zuzuordnen.⁴⁰⁾

40) Schließlich sei darauf hingewiesen, daß die den Analysen zugrundeliegenden Informationen in gewissem Maße die spezielle, etwa durch Stellung oder Abteilungszugehörigkeit geprägte Sichtweise des bzw. der betrieblichen Gesprächspartner widerspiegeln. Bei Vertretern anderer Betriebsabteilungen können gegebenenfalls andere Einschätzungen der betrieblichen Entwicklung vorherrschen. Weiter oben (7.3.2) wurde bereits ein Beispiel skizziert, in dem von der Organisations- und der EDV-Abteilung unterschiedliche CIM-Konzepte bzw. Vorgehensweisen bei deren Implementation vertreten wurden (Fall 37, 600 Beschäftigte). Insgesamt waren aber nur vier der insgesamt 58 Fälle keiner der genannten CIM-Strategien eindeutig zuzuordnen. Ursache dafür war, daß dort offensichtlich zwei der Integrationsstrategien, z. B. die PPS- und die CAD/CAM-Vernetzungslinie, mit mehr oder weniger gleicher Stärke vorangetrieben wurden, ohne daß sich Anhaltspunkte für ein baldiges Einschwenken in eine Strategie kompletter CIM-Vernetzung ergaben.

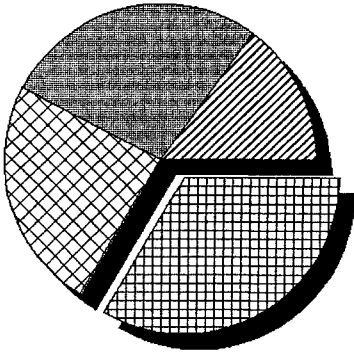
In der **Investitionsgüterindustrie** insgesamt hat inzwischen offensichtlich das prinzipiell auf den Gesamtbetrieb orientierte, hier als CIM-Strategie definierte Konzept der Komplettnetzung aller relevanten Planungs-, Steuerungs- und Kontrollfunktionen einen beachtlichen Stellenwert für die Ausrichtung betrieblicher Innovationspolitiken erreicht (**Bild 7.02**). Diese Strategie nimmt in der Verbreitung in den näher recherchierten Betrieben die Spitzenstellung ein; knapp ein Drittel der Betriebe orientiert sich an diesem Konzept. Annähernd gleich häufig genannt wird für die nächste Zeit die auf PPS-Funktionen zentrierte Strategie. Mit geringem Abstand (zutreffend für ca. ein Viertel der Betriebe) rangiert die vertikale Vernetzung über den CAD/CAM-Pfad auf Platz 3. Nur etwa jeder siebte der 54 zuzuordnenden Betriebe begnügt sich mit dem eher punktuellen Einsatz von Computer- und Steuerungstechniken in Produktion und Montage (CAM-Strategie).

Differenziert nach Branchen scheint interessant, daß im **Maschinenbau** bereits überdurchschnittlich häufig Aktivitäten im Feld umfassender CIM-Strategien entwickelt werden. So bezeichnet ein Drittel der Maschinenbaubetriebe die Strategie der komplett rechnerintegrierten Fabrik als die dominante. Je ein Viertel setzt primär auf die Optimierung der terminlichen Produktionsplanung und -steuerung über PPS-Systeme bzw. auf die vertikale Integration über die CAD/CAM-Kopplung. Wider Erwarten definiert nicht einmal im Maschinenbau ein über den Durchschnitt hinausgehender Anteil von Betrieben die ausschließliche Produktionsautomatisierung im Sinne von CAM als das dominierende Konzept.

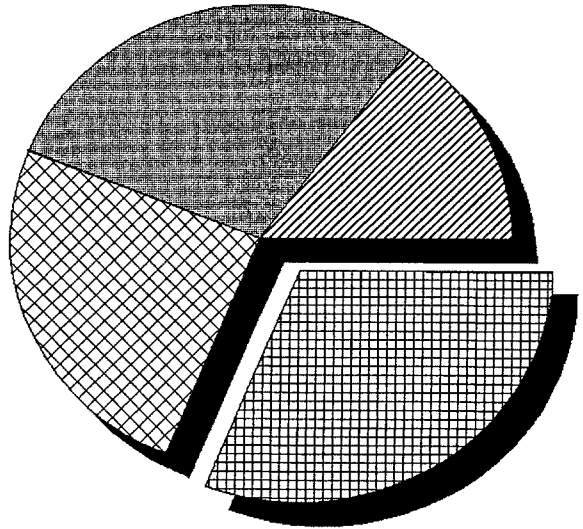
Demgegenüber setzen die Betriebe der **Elektrotechnik** – wohl aufgrund des hohen Anteils von Montagetätigkeiten und ablaforientierten Problemstellungen – eher auf die EDV-gestützte Verfolgung des Auftragsdurchlaufs mit Hilfe von PPS-Systemen. Diese Strategie ist hier eindeutig dominant: mehr als zwei Fünftel der Elektrotechnikbetriebe verfolgen diese Form horizontaler Vernetzung. Auch in dieser Branche ist für gut ein Viertel der Betriebe die CIM-Strategie richtungsweisend. Relativ gering verbreitet sind dagegen hier die Strategien, die sich vornehmlich auf die produktionstechnischen Planungsfunktionen oder die computertechnische Beherrschung von Produktions- und Montageprozessen beziehen: CAD/CAM- bzw. CAM-Strategien dominieren in je etwa einem Siebtel dieser Betriebe.

In der Restkategorie der **sonstigen Branchen**, wie z. B. Luft- und Raumfahrttechnik, Straßenfahrzeugbau, Eisen-, Blech- und Metallwaren, Stahl- und Leichtmetallbau etc., stellt die produktionstechnisch zentrierte CAD/CAM-Strategie die häufigste Zukunftsperspektive dar. Für ein Drittel dieser Betriebe liegt hierin das dominante Konzept. Gleichgewichtig stehen die horizontale Vernetzung über PPS-Systeme und die Komplettnetzung aller Planungs- und Steuerungsfunktionen (CIM) in je einem Viertel der Betriebe im Vordergrund. Knapp jeder Fünfte dieser Betriebe definiert für die nächste Zeit als wichtigste Aufgabe, bestimmte Produktions- bzw. Montageprozesse computertechnisch zu durchdringen (CAM-Strategie).

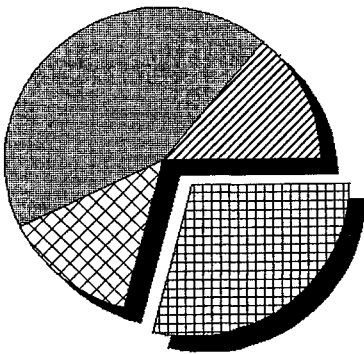
Maschinenbau



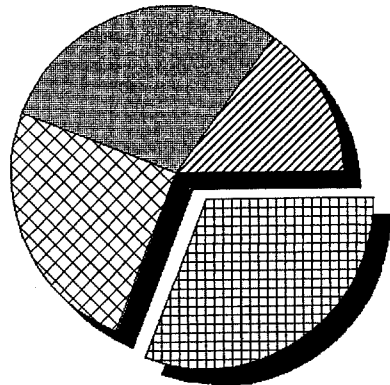
Investitionsgüterindustrie Gesamt



Elektrotechnik



sonstige Branchen







-  CAM – Strategie
-  PPS – Strategie
-  CAD/CAM – Strategie
-  CIM – Strategie

Bild 7.02: Schwerpunkte der CIM-Strategien nach Branchen

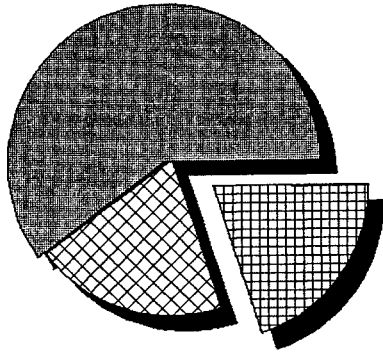
Wie zu erwarten, stellt eine umfassende **CIM-Strategie** vor allem in den Großbetrieben die dominante Orientierung in der Innovationspolitik dar: fast die Hälfte der Großbetriebe ist dieser Strategie zuzuordnen, gegenüber einem Fünftel der Betriebe mit bis zu 500 Beschäftigten und einem guten Zehntel der Betriebe mit 500 bis 1.000 Beschäftigten (**Bild 7.03**).

Auffallend ist ein mit wachsender Betriebsgröße starkes Abfallen der primären Ausrichtung auf die **PPS-Perspektive**. Diese Strategie ist prägend für mehr als die Hälfte der Betriebe bis zu 500 Beschäftigten, für etwas weniger als die Hälfte der mittelgroßen Betriebe und nur für ein Sechstel der Großbetriebe mit mehr als 1.000 Beschäftigten. Gründe für die besondere Attraktivität dieser Strategie, vor allem für kleinere Betriebe, dürften u.a. in der preislichen Entwicklung liegen, sowohl hinsichtlich der Anschaffungs-, als auch der Einführungskosten. In den einzelbetrieblichen Recherchen gab es deutliche Hinweise darauf, daß für eine PPS-Implementation weit weniger Personalaufwand erwartet wird als für die Einführung eines CAD-Systems oder einer CAD/CAM-Vernetzung. Ein weiterer Aspekt dürfte in der möglichen Nutzung vorhandener EDV-Erfahrungen zu sehen sein: PPS-Systeme werden oftmals ziemlich eng an die bereits bestehende herkömmliche Datenverarbeitung gekoppelt und stellen gleichzeitig die Basis für eine Grunddatenverwaltung dar.

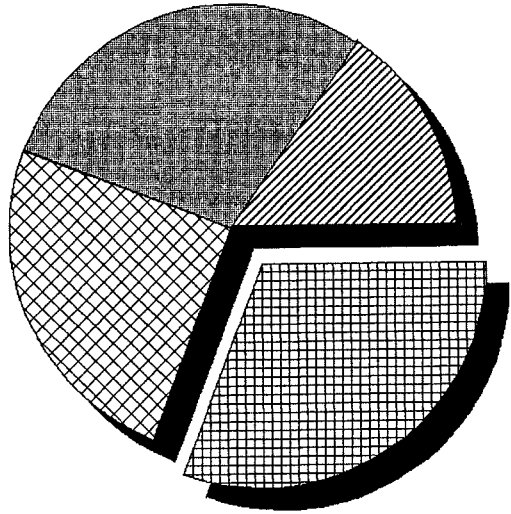
Der **CAD/CAM-Integrationspfad** steht in den Betrieben der drei unterschiedenen Größenklassen etwa gleich häufig im Vordergrund: etwa je ein Viertel verfolgt diese Strategie. Schließlich ist festzuhalten, daß wider Erwarten keiner der hier erfaßten kleineren Betriebe die Beschränkung auf Integrationsprozesse in Produktion oder Montage im Sinne von CAM als die primär verfolgte Strategie bezeichnet. Dies trifft dagegen auf etwa je ein Fünftel der Betriebe der beiden übrigen Größenklassen zu.

Insgesamt werden auch hier die bereits aufgezeigten Zusammenhänge zwischen betrieblicher Innovationspolitik und strukturellen Charakteristika deutlich: Betriebsgröße, Branche, Produkt- und Produktionsstrukturen sowie damit zusammenhängende spezifische Marktanforderungen stellen offensichtlich wichtige Einflußfaktoren bei der Bestimmung von CIM-Strategien dar.

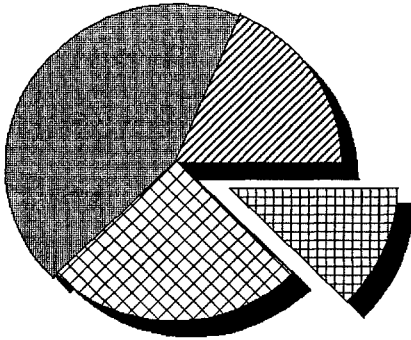
Auf dem Hintergrund der weiter oben dargestellten Ergebnisse der Breiterhebung, die einerseits auf eine noch sehr geringe Verbreitung komplexerer CIM-Lösungen, andererseits auf eine erhebliche Dynamik in diesem Feld verweisen, läßt sich hier resümierend festhalten, daß von den in der computergestützten Integration aktiven Betrieben bereits erstaunlich viele eine auf die Vernetzung sämtlicher Planungs- und Steuerungsfunktionen gerichtete CIM-Strategie verfolgen. Offensichtlich werden zunehmend die zunächst dominanten, auf einzelne Funktionen zentrierten, Strategien durch komplexere Konzepte abgelöst. Daß dabei zum einen die Ausdehnung solcher Konzepte auf den Gesamtbetrieb häufig noch kaum angegangen ist, zum anderen generell mit relativ langen Umsetzungszeiträumen zu rechnen ist, wurde bereits mehrfach betont.



Investitionsgüterindustrie Gesamt



500 – 999 Beschäftigte



1000 und mehr Beschäftigte

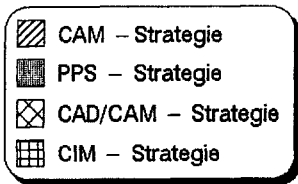
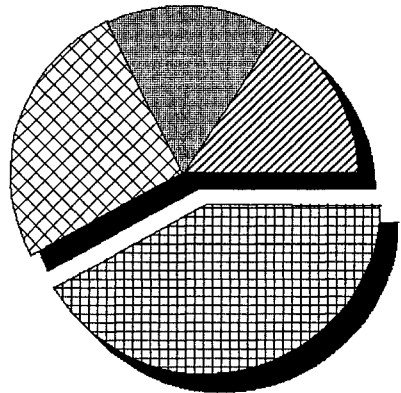


Bild 7.03: Schwerpunkte von CIM-Strategien nach Betriebsgröße

Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmierl (1989): An der Schwelle zu CIM.

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-100555>

Darüber hinaus ist nochmals zu unterstreichen, daß sich die hier zusammenfassend präsentierten Aussagen mehr oder weniger ausschließlich auf eine besondere Auswahl technisch relativ weit fortgeschrittener Betriebe beziehen. Es muß daher offen bleiben, inwieweit die genannten Tendenzen in Zukunft auch für die Mehrheit der derzeit im Feld computergestützter Integration noch wenig aktiven Betriebe bestimmend sein werden.

8 Betriebs- und personalwirtschaftliche Zielsetzungen sowie Wirkungen des Computereinsatzes

Wie in den voranstehenden Kapiteln gezeigt, steht die Rechnerintegration in der deutschen Investitionsgüterindustrie erst am Anfang. Gleichwohl ist eine erhebliche Dynamik sowohl beim Einsatz einzelner Computersysteme, als auch bei ihrer Integration zu beobachten. Es ist kein Zufall, daß gerade in dieser Situation technische, wirtschaftliche, aber auch organisatorische Fragen der Rechnerintegration in der öffentlichen Diskussion um die „Fabrik der Zukunft“ einen immer höheren Stellenwert erhalten.

Das zunehmende Interesse an Fragen der Betriebs- und Arbeitsorganisation ist auf erste praktische Erfahrungen mit dem integrierten Rechnereinsatz zurückzuführen. Diese geben offensichtlich Anlaß dazu, weit verbreitete Ansichten über den inneren Zusammenhang von Technik und Organisation neu zu überdenken und verweisen auf die Notwendigkeit, in jedem einzelnen Anwendungsfall zu überprüfen, ob bei der jetzt verstärkt einsetzenden Integration von CIM-Komponenten die traditionellen organisatorischen und personalwirtschaftlichen Konzepte noch adäquat sind, oder ob neue Wege bessere Lösungspotentiale bieten.

Ziel dieses Kapitel ist es, auf der Basis der Breitenerhebung die Einschätzungen der befragten Manager zu diesen Zusammenhängen darzustellen. Im ersten Abschnitt fassen wir die Ergebnisse der Befragung zu den betriebswirtschaftlichen Zielsetzungen zusammen. Im zweiten Abschnitt geht es um organisatorische und personalwirtschaftliche Entwicklungen im Zusammenhang mit dem Rechnerneinsatz. Abschließend werden wir einige Ergebnisse zur Akzeptanzproblematik – wiederum aus der Sicht der befragten Manager – vorstellen.

8.1 Betriebs- und personalwirtschaftliche Zielsetzungen aus der Sicht des Managements

Angesichts der relativ großen Zahl von Betrieben, die in den kommenden Jahren den Einsatz von Computern und EDV-gestützten Systemen noch ausweiten oder verstärken wollen, mag es nicht überraschen, daß sich insgesamt das Bild einer positiven Bilanz in den Erhebungsergebnissen widerspiegelt. Dennoch ist unverkennbar, daß bei einer ganzen Reihe von Betrieben ursprüngliche Zielsetzungen und tatsächlich eingetretene Wirkungen auseinanderklaffen.

Zum einen werden mit der Einführung computergestützter Techniken anvisierte Ziele nicht realisiert oder diese büßen im Lauf der Entwicklung ihren Stellenwert etwas ein. Statt dessen treten häufig ganz unerwartete Effekte

auf, denen großenteils trotzdem Positives abgewonnen werden kann. Zum anderen bleiben die tatsächlich erreichten Veränderungen hinter der ursprünglich damit verbundenen Zielsetzung zurück. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß bei vielen Betrieben die Entwicklung noch stark im Fluß ist, da sie erst seit kürzerem computergestützte Techniken anwenden.

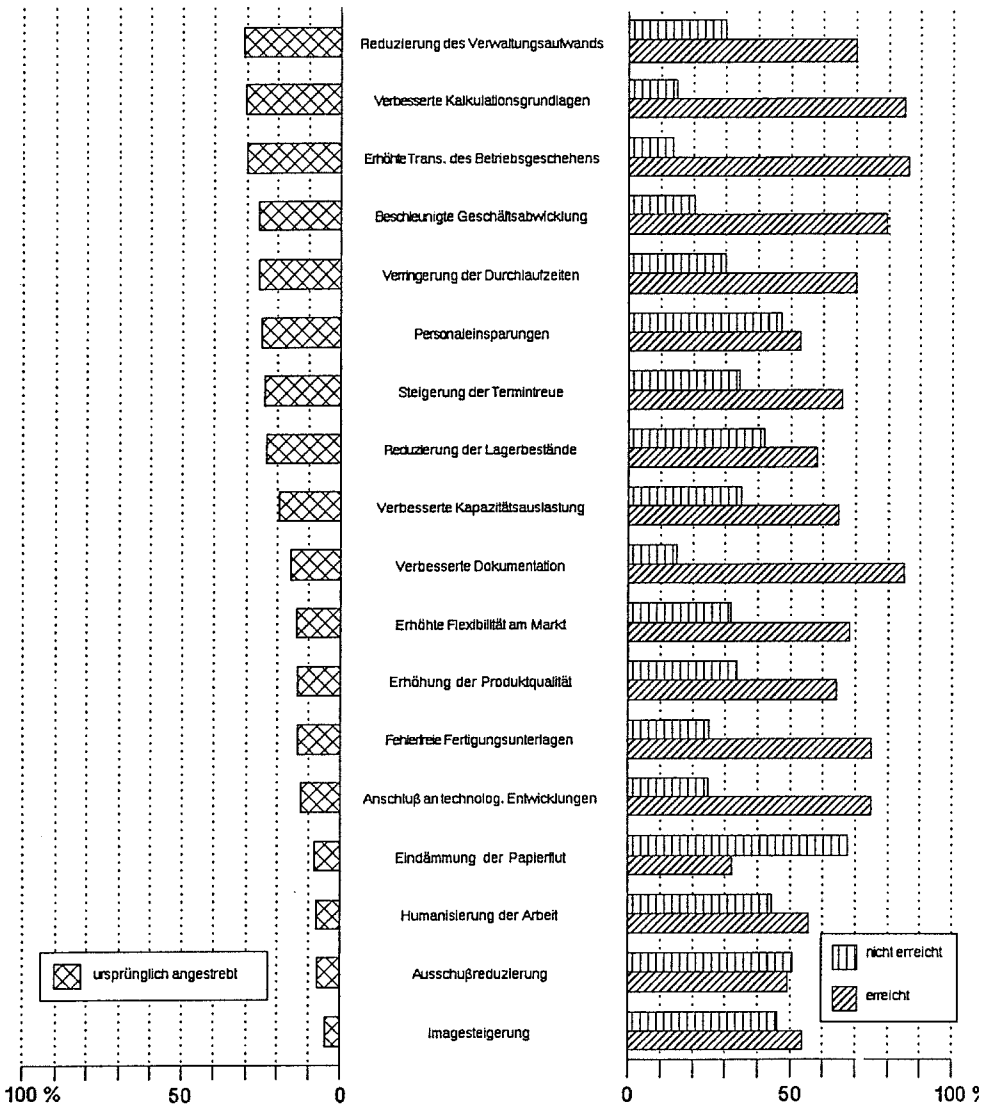


Bild 8.01: Zielsetzungen und Erfolgsrate des Einsatzes computergestützter Techniken
 – Einschätzungen des betrieblichen Managements 1986/87 –
 (Investitionsgüterindustrie gesamt – N = 1.096)

Insgesamt gesehen, erfahren die Betriebe mehrheitlich Verbesserungen hinsichtlich der meisten Zielsetzungen, teilweise ist das ursprünglich Anvisierte bereits erreicht (**Bild 8.01**). Am häufigsten erfolgreich sieht man sich bei der Verbesserung der Kalkulationsgrundlagen (85 %) und der beschleunigten Geschäftsabwicklung (79 %), sowie der erhöhten Transparenz des Betriebsgeschehens (86 %) und der verbesserten Dokumentation (85 %). In puncto Personaleinsparung (53 %), Humanisierung der Arbeit (56 %) und Imagesteigerung (54 %) registriert nur jeweils gut die Hälfte der Manager eine positive Entwicklung infolge der Einführung computergestützter Techniken. Dagegen kann diese Tendenz zum Besseren in der Frage der Ausschußreduzierung in der Produktion sowie bei der Eindämmung der Papierflut nur von einer Minderheit festgestellt werden; umgekehrt scheint sich für rund ein Drittel der Betriebe mit dem EDV-Einsatz der Papierkrieg sogar eher noch zu verstärken.

Im Grundtenor unterscheiden sich hier Betriebe mit schwachem und hohem Rechnereinsatz⁴¹) nicht sehr. Intensivere Nutzung von EDV- Systemen steigert natürlich auch die Erwartungen (**Bild 8.02**). Für die Rangfolge der ursprünglich anvisierten Ziele ergeben sich einige charakteristische Abweichungen: Von Betrieben mit schwächerem Rechnereinsatz wird die Reduzierung des Verwaltungsaufwands und die Beschleunigung der Geschäftsabwicklung am häufigsten angestrebt; offensichtlich besteht für diese ein erheblicher Rationalisierungsbedarf in Büro und Verwaltung, der traditionell einen wichtigen Einstieg für den Computereinsatz darstellt. Die Betriebe mit hohem Rechnereinsatz haben diese Phase zum Teil schon hinter sich, so daß für sie die beiden genannten Ziele nicht (mehr) so zentral sind. An deren Stelle treten dafür verbesserte Kalkulationsgrundlagen, Steigerung der Termintreue sowie erhöhte Transparenz des Betriebsgeschehens – Zielsetzungen, welche sich eindeutig auf eine stärkere Informatisierung der Produktion im weiteren Sinne beziehen. Es spiegelt sich also auf der Wirkungsseite, daß der intensivere Rechnereinsatz insbesondere vom Eindringen bestimmter Techniken bei den produktionsnahen Diensten getragen wird. Im Zielerreichungsgrad unterscheiden sich Betriebe mit schwachem und hohem Rechnereinsatz im übrigen nicht allzu sehr voneinander (**Bild 8.03**).

Dieser Überblick verweist auf recht unterschiedliche Erfahrungen mit verschiedenen Formen des EDV-Einsatzes und auf entsprechend differenzierte Einschätzungen der eingetretenen Konsequenzen. Dabei scheinen die früher vorherrschenden, sehr weitreichenden Erwartungen mit zunehmender Erfahrung in verschiedenen Gebieten des Technikeinsatzes in den letzten Jahren realistischeren Einschätzungen zu weichen.

41) Schwacher Rechnereinsatz bedeutet hier: Anwendungen von EDV-Systemen in nur einem Funktionsbereich (gemäß Definition in Kapitel 2, Bild 2.01); hoher Rechnereinsatz ist bei Anwendung von EDV-Systemen in mindestens drei Funktionsbereichen gegeben.

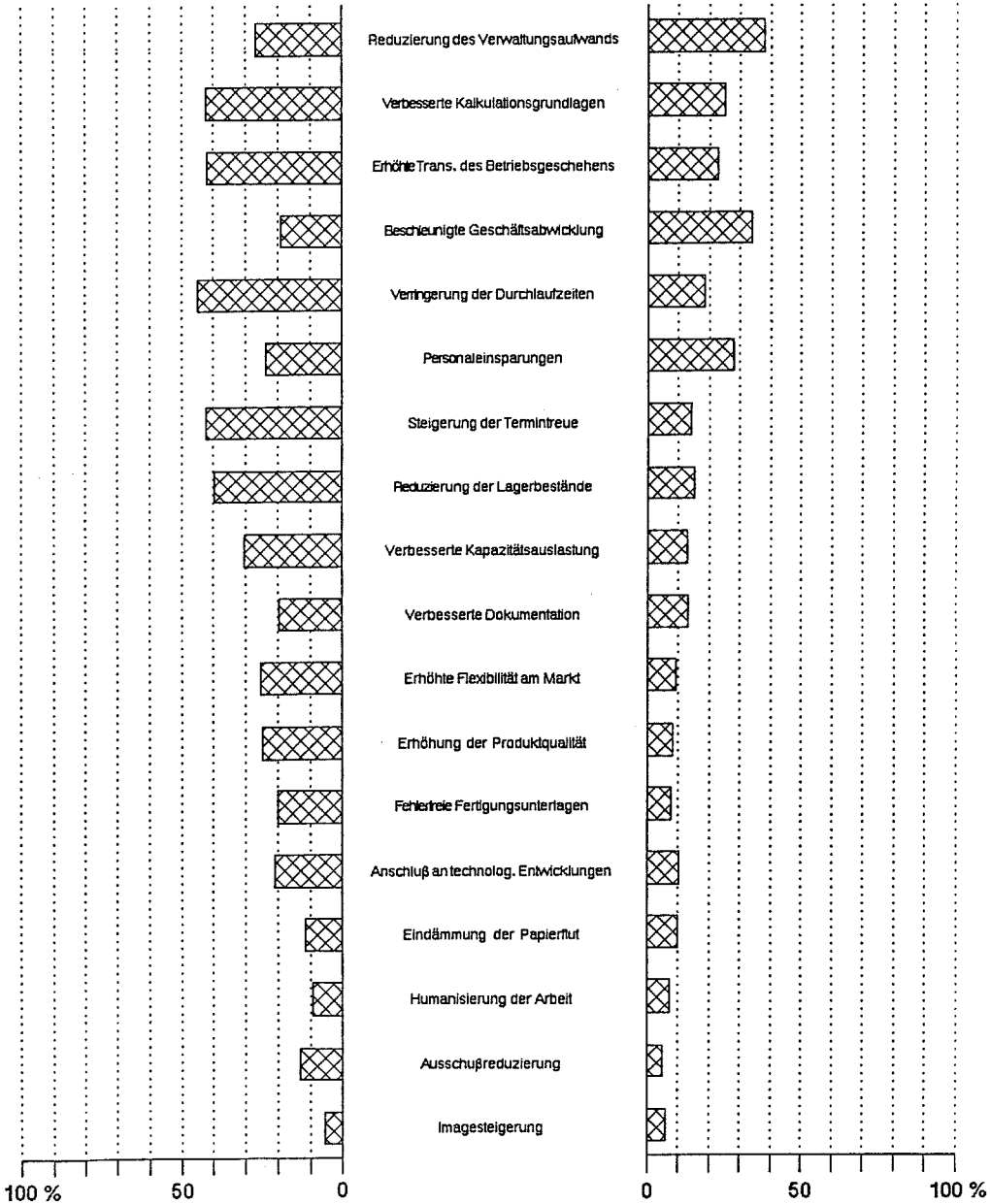


Bild 8.02: Zielsetzungen abhängig von der Breite des Rechnereinsatzes – Einschätzungen des betrieblichen Managements 1986/87 – (Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

Hoher Rechneinsatz

Schwacher Rechneinsatz

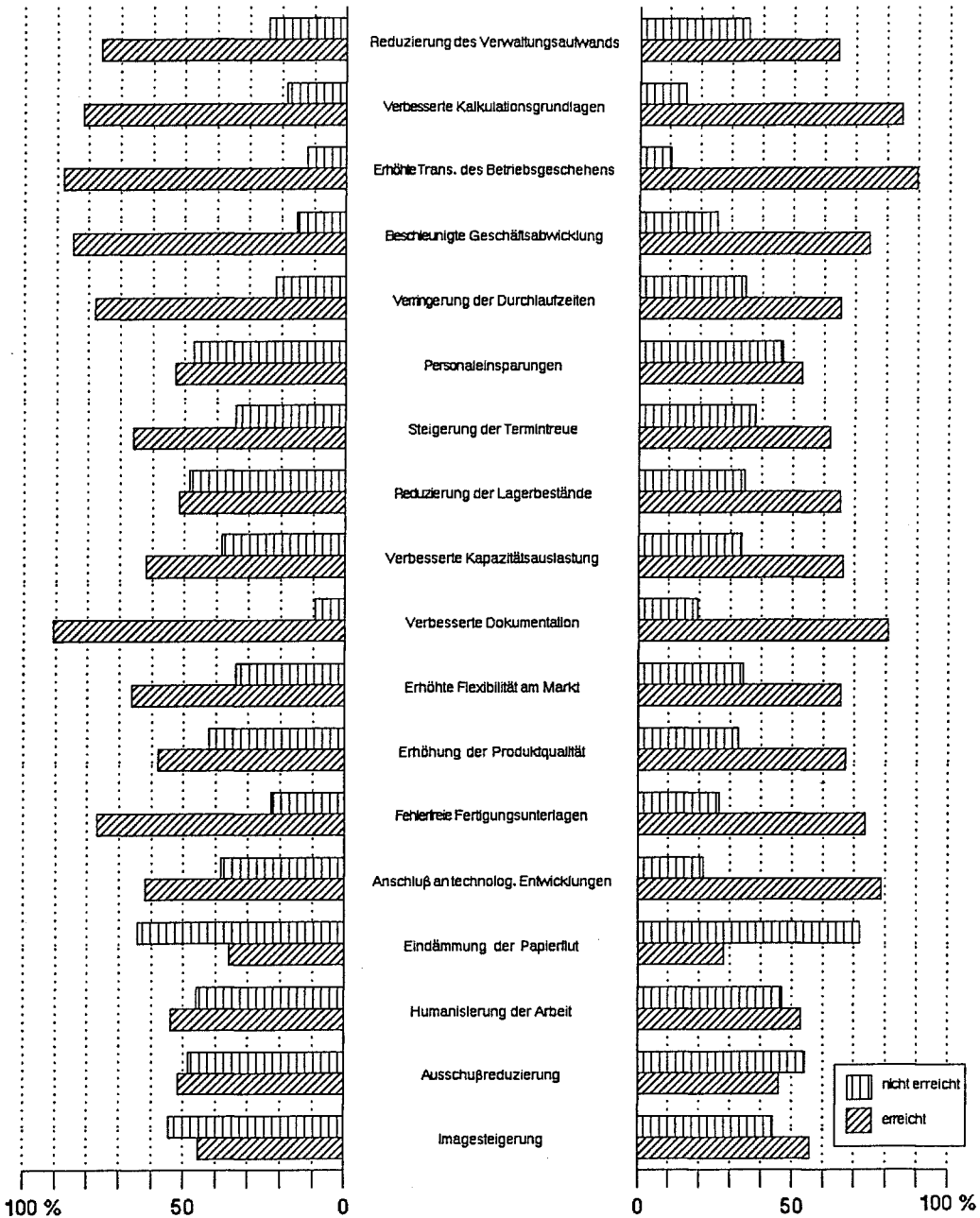


Bild 8.03: Erfolgsrate abhängig von der Breite des Rechneinsatzes – Einschätzungen der Betriebe 1986/87 – (Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

Schultz-Wild/Nuber/Rehberg/Schmierl (1989): An der Schwelle zu CIM.

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-10055>

8.2 Veränderungen in betrieblichen Strukturen und Abläufen

8.2.1 Überblick

Aus der Sicht der meisten Betriebe ist der Einsatz computergestützter Techniken mit erheblichen Veränderungen im organisatorischen und personalwirtschaftlichen Gefüge verbunden. Nur eine verschwindende Minderheit (6 %) der in der schriftlichen Erhebung erfaßten Firmen sieht keinerlei Auswirkungen. Wie kaum anders zu erwarten, variieren die Auswirkungen in starkem Maße mit der betriebsindividuellen Situation. Generell ist jedoch erkennbar, daß mit der Einführung computergestützter Techniken oft weitreichende Umstrukturierungen einhergehen (**Bild 8.04**):

- Zum ersten zeigt sich vielfach die Notwendigkeit zu einer **gesamtbetrieblichen Reorganisation**. So wird etwa von einem Drittel der Betriebe entweder vom Wegfall (17 %) bisher existierender und/oder vom Entstehen zusätzlicher (11 %) bzw. neuartiger (8 %) Abteilungen berichtet.
- Zum zweiten bedeutet der Einsatz computergestützter Techniken für die meisten Betriebe in irgendeiner Form **Veränderungen** auf der Ebene einzelner **Arbeitsplätze**. Das Auftreten neuer Tätigkeiten steht dabei sicherlich im Vordergrund. So registriert etwas weniger als die Hälfte aller Betriebe das Entstehen neuartiger Arbeitsplätze (45 %). Dies geht z.T. einher mit dem Entstehen zusätzlicher Arbeitsplätze (18 %) und/oder dem Wegfall bisheriger Arbeitsplätze (25 %). Des weiteren ergibt sich daraus in einer ganzen Reihe von Fällen entweder eine Verstärkung der Arbeitsteilung (27 %) oder auch ein Rückgang der Arbeitsteilung (13 %). Die in den letzten Jahren vielfach diskutierte Tendenz zu einer generellen Reduzierung der Arbeitsteilung wird in dieser allgemeinen Form vom Erhebungsmaterial also nicht gestützt. Eine erhebliche Anzahl von Betrieben beabsichtigt, die überkommene funktionale, fachliche und hierarchische Differenzierung beizubehalten bzw. auszubauen (näher dazu vgl. Kapitel 9).
- Zum dritten stimmen die Betriebe mehrheitlich darin überein, daß der Einsatz von EDV-Systemen mit **veränderten Qualifikationen** zumindest bei bestimmten Beschäftigtengruppen verbunden ist (59 %); dabei überwiegen die Nennungen mit einer Steigerung der Qualifikationsanforderungen (56 %), diejenigen mit einer Absenkung (2,5 %) um mehr als das Zwanzigfache. Veränderte Qualifikationsanforderungen korrespondieren bis zu einem gewissen Grad mit höheren (41 %) oder geringeren Leistungsanforderungen (4 %).
- Schließlich schlagen sich die verschiedenen Veränderungen bei Arbeitsorganisation und Arbeitskräfteeinsatz selbstverständlich im **personalwirtschaftlichen Geschehen** nieder. Die Einführung computergestützter Techniken führte bei weit über einem Drittel der befragten Betriebe (39 %) zu innerbetrieblichen Umsetzungen. Zu Neueinstellungen kam es bei knapp einem Viertel (22 %), zu **Personaleinsparungen bei immerhin nicht ganz einem Drittel (30 %)**.

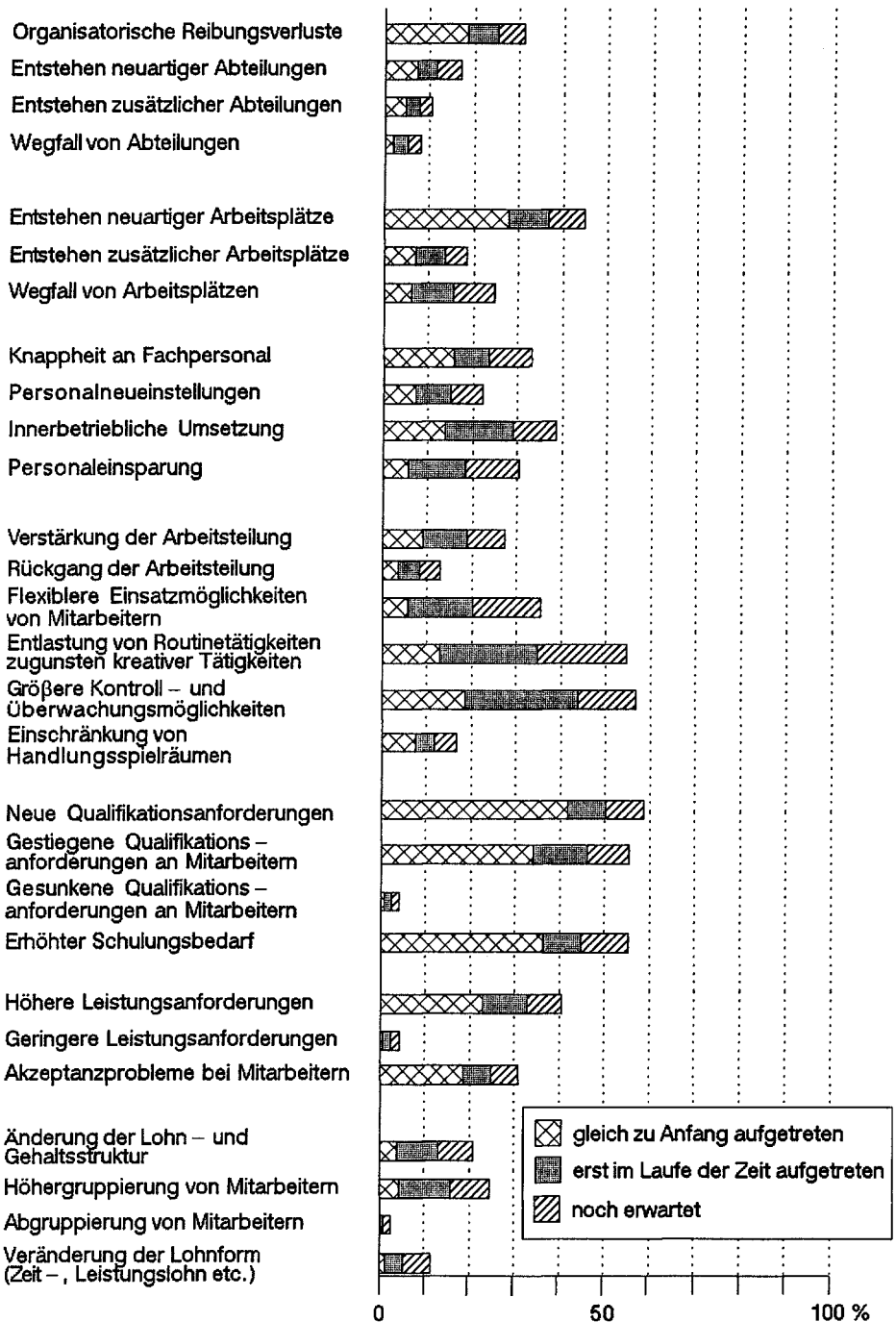


Bild 8.04: Auswirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken – 1986/87 bereits aufgetreten bzw. erwartet – (Investitionsgüterindustrie gesamt – N = 1.096)

Bei rund einem Drittel der erfaßten Betriebe kommt es zudem zu **Veränderungen im Lohn- und Gehaltsgefüge**: zum Teil nur in bezug auf einzelne Mitarbeiter (27 %), zum Teil aber auch für relevante Ausschnitte der Lohn- und Gehaltsstruktur (21 %). Dabei sind fast zehnmal so viele Fälle mit Höhergruppierungen (25 %) gegenüber solchen mit Abgruppierungen (2,6 %) zu beobachten; jedoch gibt es Einstufungsverbesserungen offensichtlich bei weitem nicht in allen Fällen von gestiegener Qualifikations- und/oder Leistungsanforderung. Aus den neuen, zumeist gestiegenen Qualifikationsanforderungen resultiert in den überwiegenden Fällen auch ein entsprechend erhöhter **Schulungsbedarf** (55 %), dem die Firmen allerdings nur zum Teil durch eigene Qualifizierungsmaßnahmen Rechnung tragen.

Diese kursorische Darstellung der Befragungsergebnisse kann natürlich nur einige Schlaglichter auf die im Zuge der Einführung computergestützter Techniken zu beobachtenden Effekte werfen. Unter Hinzuziehung weiterer empirischer Befunde werden (in Kapitel 9) die Wechselwirkungen mit Arbeitsorganisation bzw. Arbeitseinsatz sowie (in Kapitel 10) mit Personalwirtschaft und Qualifikationspolitik genauer analysiert.

8.2.2 Zur Rolle der Technikintensität

Die deutliche Vielfalt der genannten Auswirkungen verweist auf eine hohe Individualität der betrieblichen Konstellationen, in denen sie entstehen, dennoch lassen sich auch auf genereller Ebene einige Zusammenhänge aufzeigen; diese beziehen sich zum einen auf die Wirkungsresonanz des Rechneinsatzes und zum anderen auf die zeitliche Struktur der Effekte.

Die bisher dargestellten Befunde basieren auf den Angaben aller in der Investitionsgüterindustrie befragten Betriebe. Ein Vergleich von Betrieben mit unterschiedlich breitem Rechneinsatz (**Bild 8.05**) läßt nun erkennen, daß über alle 28 berücksichtigten Dimensionen hinweg intensiverer Rechneinsatz auch häufiger zu den entsprechenden Effekten führt. Dabei liegt das Resonanzniveau der Betriebe mit hohem Rechneinsatz für rund zwei Drittel der Wirkungsdimensionen etwa doppelt so hoch wie bei Betrieben mit schwachem Rechneinsatz; bei den restlichen Wirkungsdimensionen ist das Gefälle noch deutlicher ausgeprägt. Vor allem die betriebs- und arbeitsorganisatorischen Problemlagen sind in Betrieben mit breitem Rechneinsatz überdurchschnittlich häufig anzutreffen.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Schwacher Rechneinsatz erzeugt quasi ein wirkungsbezogenes Basisprofil, das zentral von bestimmten Momenten des Arbeitseinsatzes (Veränderung der Qualifikationsanforderungen, Entlastung von Routinetätigkeiten, aber auch verstärkte Kontrollmöglichkeit) und den personalwirtschaftlichen Konsequenzen (Personaleinsparungen, Umsetzungen und Neueinstellungen) gebildet wird und im Einzelfall stark situationsspezifische Ergänzungen durch verschiedene andere Effekte erfährt. Hoher Rechneinsatz reichert gewissermaßen jenes Basisprofil systematisch um weitere (insbesondere betriebsstrukturelle und ar-

beitsorganisatorische) Komponenten zu einem komplexeren Wirkungsprofil an.

Hoher Rechneinsatz

Schwacher Rechneinsatz

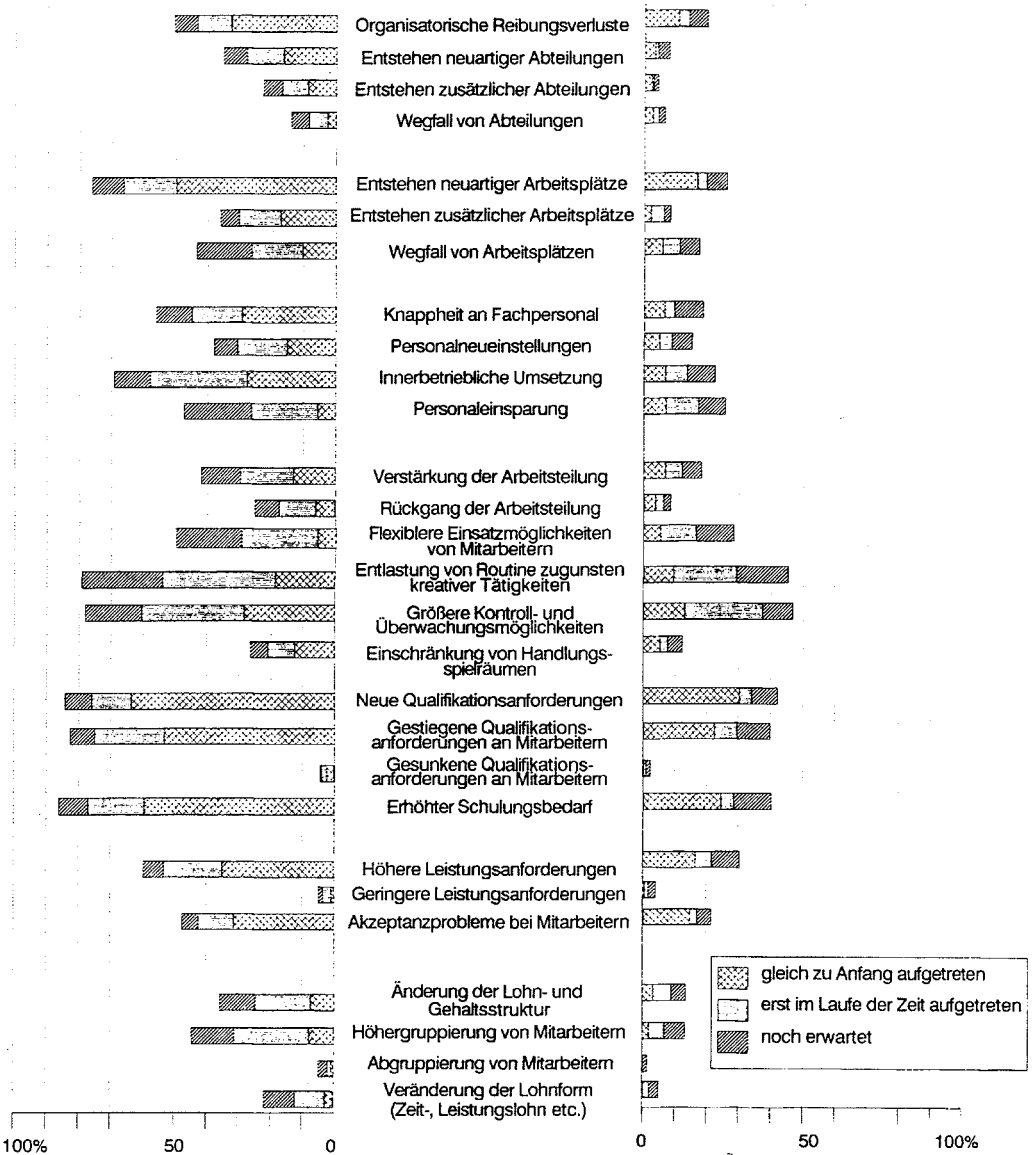


Bild 8.05: Auswirkungen bei unterschiedlich starkem Rechneinsatz – 1986/87 bereits aufgetreten bzw. erwartet – (Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

8.2.3 Zeitstruktur in den Auswirkungen

Die Angaben zur Zeitstruktur der Auswirkungen zeigen, daß bestimmte Probleme (organisatorische Reibungsverluste, Akzeptanzprobleme, Fachkräftemangel, veränderte Qualifikationsanforderungen etc.) häufiger gleich zu Beginn des Innovationsprozesses auftreten (**Bild 8.04**). Personalwirtschaftliche Konsequenzen (insbesondere Personaleinsparungen und Änderungen in den Lohnformen bzw. der Lohn- und Gehaltsstruktur) stellen sich dagegen in vielen Fällen erst im Laufe der Zeit ein oder werden von manchen Betrieben auch erst noch erwartet. Ebenso deutet sich an, daß vielfach offenbar erhebliche Anlaufzeiten erforderlich sind, bis sich die erwarteten positiven Effekte der EDV-Anwendung auch tatsächlich einstellen (z. B. flexiblere Einsatzmöglichkeiten von Mitarbeitern, Entlastung von Routinetätigkeiten). Dabei spielt die Intensität des Rechnereinsatzes keine so große Rolle. Zwar treten bei Betrieben mit schwachem Rechnereinsatz für mehr Wirkungsdimensionen Verzögerungseffekte auf, doch – mit Ausnahmen – sind die dabei zu registrierenden Unterschiede nicht allzu gravierend (**Bild 8.05**).

8.3 Akzeptanz bei den Mitarbeitern

Ob die – grosso modo – relative breite Zufriedenheit mit den Folgen des Rechnereinsatzes auf der Führungsebene (vgl. Abschnitt 8.1) ihre Entsprechung auch bei der Belegschaft findet, läßt sich aufgrund der schriftlichen Betriebserhebung so ohne weiteres nicht sagen, da sich die Befragung ausschließlich an das Management richtete. Immerhin werden im Zuge der Einführung computergestützter Techniken bei den Mitarbeitern relativ oft Akzeptanzprobleme registriert (31 %), – bei Betrieben mit hohem Rechnereinsatz im übrigen deutlich häufiger (48 %) als bei Betrieben mit schwachem Rechnereinsatz (21 %) (**Bild 8.04** und **8.05**).

Nach Aussagen von Managementvertretern bei mündlichen Interviews wird die Skepsis der Mitarbeiter primär dadurch genährt, daß diese mit neuen und ungewohnten Situationen konfrontiert werden: Dies begännen etwa mit Anpassungsschwierigkeiten bei der Bildschirmarbeit und reiche bis zur (meist wenig geschätzten) Ausweitung von Schichtarbeit, insbesondere wenn dies in bislang davon freien Betriebsbereichen geschieht. Daneben würden aber auch mehr oder minder offene Ängste um den prinzipiellen Fortbestand des bisherigen Arbeitsplatzes geäußert, auch wenn eine Weiterbeschäftigung überhaupt nicht in Frage gestellt sei. Dabei würden zum Teil aber auch nur Arbeitsplatzängste vorgeschoben, um konkreten Anpassungsproblemen aus dem Weg zu gehen; umgekehrt würden sich hinter Klagen auf der Ebene von Arbeitsbedingungen teilweise auch existenzielle Sorgen um die Weiterbeschäftigung verbergen.

Die Vorbehalte der Mitarbeiter treten häufig in einem relativ frühen Stadium des Einsatzes computergestützter Technik auf: bei rund zwei Drittel der Fälle bereits in der Phase der Vorbereitung und Einführung (**Bild 8.05**). Managementvertreter mit schon längeren Erfahrungen der EDV-

Implementation haben den Eindruck, daß zunächst eher diffuse Gründe für die abwartende bis ablehnende Haltung dominieren. In diesem Stadium wäre es nach ihrer Ansicht besonders wichtig, durch offene und sachliche Information dieser Skepsis den Boden zu entziehen. Wo dies nicht praktiziert werde, könne im Zuge der fortschreitenden Realisierung des Rechnereinsatzes die Ablehnung noch weiter eskalieren. Normalerweise wachse jedoch im Laufe der Entwicklung die Akzeptanz eher und nehme die – teilweise immer noch kritische – Auseinandersetzung mit den Computertechniken konkretere und damit zumeist auch konstruktivere Formen an.

9 **Arbeitsorganisatorische Veränderungen bei computergestützter Vernetzung**

Auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft spielen Produktions- und Verwaltungsarbeit eine quantitativ abnehmende, aber qualitativ immer wichtiger werdende Rolle. Der Prozeß der betrieblichen Leistungserstellung gestaltet sich insbesondere bei zunehmenden Flexibilitätsanforderungen so komplex, daß eine umfassende informations- und maschinentechnische Automatisierung zwar angestrebt wird, aber auf absehbare Zeit kaum zu erreichen ist. In der Mensch-Maschine-Funktionsteilung gehen in der Tendenz die einfacheren und routinierbaren Aufgaben an die Maschine und die komplexeren Aufgaben an den Menschen. Vom Zuschnitt dieser Funktionsteilung und von der Aufteilung sowie Bündelung der verbleibenden Aufgaben in der Betriebs- und Arbeitsorganisation wird die Wirtschaftlichkeit flexibel automatisierter und rechnerintegrierter Betriebe letztendlich abhängen.

Die Gestaltungsspielräume in der Zuordnung von Arbeit und Technik nehmen zweifellos zu. Bei fortschreitender Automatisierung der Fertigungstechnik läßt sich die menschliche Arbeitsleistung zunehmend sachlich und zeitlich aus der unmittelbaren Produktion ablösen und in den unterschiedlichsten Formen organisieren. Ähnliches gilt für die Informationstechnik. Während in der Vergangenheit ein relativ starrer Zusammenhang zwischen Datengenerierung, -umwandlung und -weitergabe bestand, ergeben sich durch den abteilungs- und funktionsübergreifenden integrierten Rechnereinsatz vielfältige Möglichkeiten, nicht nur die Informationsbestände, sondern auch die entsprechenden Funktionen und Aufgaben betriebs- und arbeitsorganisatorisch neu zu kombinieren.

Die in Kapitel 8 vorgestellten Ergebnisse der quantitativen Erhebung demonstrieren, daß beim Management diese neuen Gegebenheiten durchaus gesehen werden. Bei der Einführung von CIM-Komponenten und ihrer Vernetzung werden Veränderungen der Abteilungsstruktur, der Wegfall alter und das Entstehen neuer Arbeitsplätze, neue und erhöhte Qualifikationsanforderungen und vieles mehr konstatiert und erwartet. Die Richtung des Veränderungsprozesses bleibt jedoch unklar. Wird weiterhin das tayloristische Rationalisierungsparadigma der möglichst weitgehenden Ausschaltung menschlicher Arbeit durch Automatisierung, der weitgehenden Trennung von Disposition und Ausführung und der zunehmenden Arbeitszerlegung dominieren? Oder aber werden auf breiter Ebene neue Formen der Funktions- und Aufgabenintegration erprobt?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden hier die Ergebnisse der Breitenerhebung in Beziehung zu jenen der einzelbetrieblichen Recherchen gesetzt. Dabei gehen wir von folgendem Begriff der Arbeitsorganisation aus: Kern der Arbeitsorganisation ist die Aufteilung von Arbeitsaufgaben auf Arbeitsplätze oder – kurz gesagt – die Arbeitsteilung. Bei letzterer kann zwi-

schen einer fachlichen und funktionalen Dimension unterschieden werden. Die funktionale Arbeitsteilung umfaßt die Ausdifferenzierung von Arbeitsfunktionen, wie Qualitätskontrolle, Instandhaltung, Werkzeugvoreinstellung, Fertigungsplanung und -steuerung, Programmierung etc. aus der Produktionsarbeit im weiteren Sinne sowie ihre Zuweisung an selbständige organisatorische Einheiten. Die fachliche Arbeitsteilung bezeichnet – in einer horizontalen und vertikalen Dimension – das Ausmaß der Arbeitszerlegung innerhalb der organisatorischen Einheiten. Eine starke horizontale Arbeitsteilung ist in der Regel auch mit einer starken vertikalen Arbeitsteilung (Hierarchie) verbunden. Die Qualifikationsanforderungen von Arbeitsplätzen sind unmittelbar an die Komplexität der Arbeitsaufgaben eines Arbeitsplatzes gebunden, diese wiederum geht auf die Auslegung der fachlichen und funktionalen Arbeitsteilung zurück.

Veränderungen der Arbeitsorganisation dürfen nicht deterministisch als unmittelbarer Niederschlag technischer Entwicklungen verstanden werden. Einmal sind technische Systeme immer mit unterschiedlichen arbeitsorganisatorischen Mustern kompatibel. Zum anderen können Veränderungsimpulse nicht nur von der Technik, sondern auch vom Absatz- oder Arbeitsmarkt, von veränderten inner- und überbetrieblichen Machtstrukturen etc. ausgehen. Es geht daher im folgenden nicht um „die“ Auswirkungen „der“ Rechnerintegration, sondern um Veränderungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von CIM-Techniken.

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen empirischen Materialien erlauben keine generellen Schlußfolgerungen über die Zukunft der Arbeit bei rechnerintegrierter Fertigung. Arbeitsorganisatorische Veränderungen sind im Rahmen eines notwendig knappen Fragebogens und von kurzen einzelbetrieblichen Recherchen nur sehr selektiv zu erfassen. Einmal handelt es sich bei der Arbeitsorganisation um ein äußerst komplexes Beziehungsgefüge, in dem eine Vielzahl von prozeß- und technikspezifischen Arbeitsaufgaben auf unterschiedliche Arbeitskräfte und Abteilungen verteilt sind. Die Arbeitsteilung ist häufig überlappend und fließend ausgelegt, so daß bestimmte Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten nicht nur an einem bestimmten Arbeitsplatz von einer bestimmten Person, sondern je nach Bedarf auch von anderen Funktionsträgern ausgeführt werden. Zum anderen spielen sich unterhalb der formellen Definitionen von Arbeitsplätzen und Tätigkeiten informelle Arbeitsteilungsformen ein, die teilweise nicht einmal den unmittelbar Vorgesetzten sichtbar sind.

Im Sinne einer aus methodischen Gründen erforderlichen Einschränkung und Begrenzung werden arbeitsorganisatorische Entwicklungstendenzen vor allem aus der Sicht der Fertigung interpretiert, wobei selbstverständlich die funktionale Arbeitsteilung zwischen der Werkstatt, den technischen Büros, der Arbeitsvorbereitung und den Service-Dienststellen von zentraler Bedeutung ist. Näher untersucht wurden arbeitsorganisatorische Veränderungen im Zusammenhang mit den Vernetzungslinien PPS (Abschnitt 9.1) und CAD/CAM (Abschnitt 9.2). In den Aussagen über die Gesamtentwicklung beschränken wir uns auf die Frage nach groben Stoßrichtungen des Rationalisierungsprozesses (Abschnitt 9.3) und deren Rahmenbedingungen (Abschnitt 9.4).

9.1 Arbeitsorganisatorische Veränderungen beim Einsatz von PPS-Systemen

PPS-Systeme integrieren die administrativ-betriebswirtschaftlichen Funktionen von Betrieben, sie stellen für sich allein betrachtet also bereits vernetzende Systeme dar (vgl. Kapitel 6). Mit unterschiedlicher Einsatztiefe werden PPS-Systeme 1986/87 in einem bis zwei Fünftel der Betriebe der Investitionsgüterindustrie eingesetzt. Etwa ein weiteres Fünftel der Betriebe plant deren Einsatz.

Die Produktionsplanung und -steuerung umfaßt als horizontale Vernetzungslinie sämtliche auftragsbezogenen Schritte von der Auftragsannahme bis zur Auslieferung des fertiggestellten Produktes (vgl. Kapitel 6.2). Da in diesem Kapitel arbeitsorganisatorische Veränderungen vor allem aus der Fertigungsperspektive betrachtet werden sollen, konzentrieren wir uns auf den Zusammenhang von Fertigungsplanung und -steuerung und Werkstattsteuerung. Letztere setzt die Ergebnisse der Fertigungsplanung in die Praxis um. Von Bedeutung sind dabei folgende Aufgaben:

- Die **Feinplanung** konkretisiert die notwendig grobe Fertigungsplanung (Zeiträume, Kapazitätsgruppen) auf Zeitpunkte, einzelne Aggregate und detaillierte Reihenfolgen (häufig auch als Arbeitsgangterminierung oder Maschinenbelegung bezeichnet). Zu diesem Aufgabenbereich gehören auch die Einschleusung von Eilaufträgen und die daraus resultierenden Plananpassungen.
- In der **Arbeitsverteilung** erfolgt eine letzte Plananpassung. Hierbei werden die einzelnen Aufträge mit Terminvorgaben bestimmten Personen und Maschinen zugeordnet.
- Im Zuge der **Bereitstellung** werden die zur Durchführung eines Auftrages erforderlichen Materialien (z. B. Rohlinge und Werkstücke) und Betriebsmittel (Vorrichtungen, Werkzeuge, Programme etc.) an den Arbeitsplatz gebracht.
- Die **Auftragsfortschrittsüberwachung** verfolgt, wo und in welchem Zustand sich die Aufträge befinden, und ob Plankorrekturen erforderlich sind.

Die Organisationsform der Werkstattsteuerung ist in zweifacher Weise für die Arbeitnehmer von Relevanz. Zum einen handelt es sich bei den Steuerungsaufgaben um komplexe Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen. Veränderungen betreffen damit zentrale Qualifikationskomponenten einzelner Belegschaftsgruppen. Zum anderen beeinflusst die Planungs- und Steuerungsmethode die Handlungsspielräume der Arbeitnehmer und die Leistungsintensität.

Die Aufgaben der Werkstattsteuerung sind in Betrieben mit hoher Prozeßkomplexität (etwa im Kernbereich des Maschinenbaus) traditionell zwischen Produktionsarbeitern, Meistern und Vorarbeitern sowie den jeweils

für eine oder mehrere Meistereien zuständigen Terminern aufgeteilt. Kernfigur ist der Meister, aber auch die Produktionsarbeiter sind mit unterschiedlicher Intensität an der Steuerung beteiligt. Sie können in den Auswahlprozeß, d.h. in die Zuteilung „ihrer“ Aufträge und die damit notwendig werdende Betriebsmittelorganisation involviert sein und durch eigenständiges Bilden von Reihenfolgen innerhalb zugeteilter Auftragsbündel ihren Arbeitsablauf steuern.

Durch die Vielzahl der beteiligten Instanzen wirken unterschiedliche Logiken auf den Prozeß der Werkstattsteuerung ein. Ziel der Rationalisierungsbemühungen in diesem Bereich ist es, durch technische und organisatorische Maßnahmen die Werkstattsteuerung stärker in den Griff zu bekommen, nach zentralen Logiken zu steuern und zu effektivieren. Das bedeutet, daß dieser Prozeß auf die Sicherung und Steigerung der Beherrschung des Fertigungsprozesses durch das Management ausgerichtet ist (vgl. Hirsch-Kreinsen 1984, S.77).

Art und Ausmaß der Steuerungsaufgaben auf den verschiedenen Ebenen der betrieblichen Hierarchie sind von zwei Faktoren bestimmt. Dies ist einmal das **Automatisierungsniveau der Feinplanungsfunktion**. Je besser es gelingt, die komplexen Abläufe informationstechnisch abzubilden, um so geringer ist die Funktionsmasse an Steuerungsaufgaben für Terminer, Meister und Produktionsarbeiter. Der zweite Faktor ist der Grad der **organisatorischen Zentralisierung**. Je stärker die Steuerungsaufgaben in Richtung auf die zentrale Fertigungssteuerung geschoben werden, desto weniger Kompetenzen verbleiben auf den unteren Ebenen der Hierarchie.

Im folgenden sollen zunächst die in den näher untersuchten Betrieben vorgefundenen, dominierenden Konzeptionen der Werkstattsteuerung vorgestellt und erläutert werden. Im Anschluß daran werden Veränderungen im Tätigkeitsbild der Meister und Produktionsarbeiter beschrieben. Abschließend geht es um den Kontroll- und Leistungsaspekt der Werkstattsteuerung.

Basis für diese Analysen sind in etwa die Hälfte der rund fünf Dutzend Kurzrecherchen. Diese Fälle wurden aufgrund des Einsatzes eines PPS-Systems sowie anderer CIM-Komponenten ausgewählt. In Einzelfällen waren Vernetzungen bereits realisiert, teilweise jedoch erst geplant. Im Verhältnis zur Gesamtheit der in der Breitenerhebung erfaßten Betriebe handelt es sich um Fälle eines fortgeschrittenen Technikeinsatzes. Die Ergebnisse sind daher nicht repräsentativ für Betriebe mit PPS-Systemen im allgemeinen. Sie sind vielmehr Ausdruck betrieblicher Strategien einer weitreichenden informationstechnischen Automatisierung und Integration.

9.1.1 Konzeptionen der Werkstattsteuerung

Nach dem Grad der organisatorischen Zentralisierung der Werkstattsteuerungsfunktion kann in den untersuchten Betrieben zwischen drei Steue-

rungskonzeptionen und -typen unterschieden werden⁴²⁾: diese bezeichnen wir als **betriebliche Zentralsteuerung**, als **zentrale Werkstattsteuerung** und als **dezentrale Werkstattsteuerung** (Bild 9.01). Entscheidend für die Definition ist jeweils die Instanz, die die für die Produktion verbindliche Feinplanung durchführt und verantwortet sowie den Auftragsfortschritt überwacht. Durch diese Aufgaben wird der gesamte Funktionskreis der Werkstattsteuerung dominiert.

- Bei der **betrieblichen Zentralsteuerung** wird die Grob- und Feinplanung von einer der Fertigung übergeordneten Abteilung (teilweise identisch mit der EDV-Abteilung bzw. Arbeitsvorbereitung) durchgeführt. Diese Zentralinstanz gibt auf Basis der vorgeplanten Maschinenbelegung dezidierte Steuerungsanweisungen mit bindendem Charakter in die Werkstatt und überwacht den Auftragsfortschritt.
- Bei der **zentralen Werkstattsteuerung** gibt die für die Fertigungsplanung und -steuerung zuständige Zentralabteilung in der Regel nur einen Rahmenplan auf dem Niveau von Zeiträumen (z.B. Monat, Woche) und Kapazitätsgruppen vor. Dort wo Feinplanungslisten in (teil-)automatischen Läufen erstellt werden, haben diese keine bindende Kraft, sondern eher den Charakter von Orientierungsdaten. Die Feinplanung und Auftragsfortschrittüberwachung wird von einer Planungsinstanz durchgeführt, die räumlich und teilweise auch organisatorisch der Fertigung zugeordnet und für eine oder mehrere Meistereien zuständig ist („meistereiübergreifender“ Leitstand). Bei diesen Instanzen handelt es sich in der Sprache der Betriebe um Terminbüros, Arbeitsverteiler oder Terminer. Heute spricht man zunehmend von Leitständen, denen neben der eigentlichen Werkstattsteuerung weitere Aufgabenbereiche zuwachsen. Dies können z. B. Aufgaben der Verwaltung und Verteilung von Programmen zur Steuerung computergestützter Fertigungsmaschinen sein.
- Im Gegensatz zur zentralen Werkstattsteuerung übernimmt bei der **dezentralen Werkstattsteuerung** das Führungspersonal der Werkstatt, also Meister und Vorarbeiter, die Verantwortung für die Feinplanung und Auftragsfortschrittskontrolle. Auch hier gibt die zentrale Instanz keine bindenden Maschinenbelegungslisten vor. Diese „historische“ Form der Steuerung findet sich vor allem in der hochkomplexen Maschinenbauindustrie und setzt bewußt auf Erfahrungen und Kenntnisse des Werkstattpersonals als Flexibilitätsgarantie.

Diese drei Steuerungskonzeptionen oder „Typen“ der Werkstattsteuerung treten selbst wieder in unterschiedlichsten Varianten auf, z.B. unterschieden nach der Frage, wer für die Umsetzung der Feinplanung in Arbeitsanweisungen (Arbeitsverteilung) zuständig ist, wie groß das Auftragsvolu-

42) Vgl. hierzu wie auch als Hintergrund der folgenden Ausführungen das sozialwissenschaftliche Standardwerk zur Fertigungssteuerung im Maschinenbau (Manske 1987, Manske u.a. 1987).

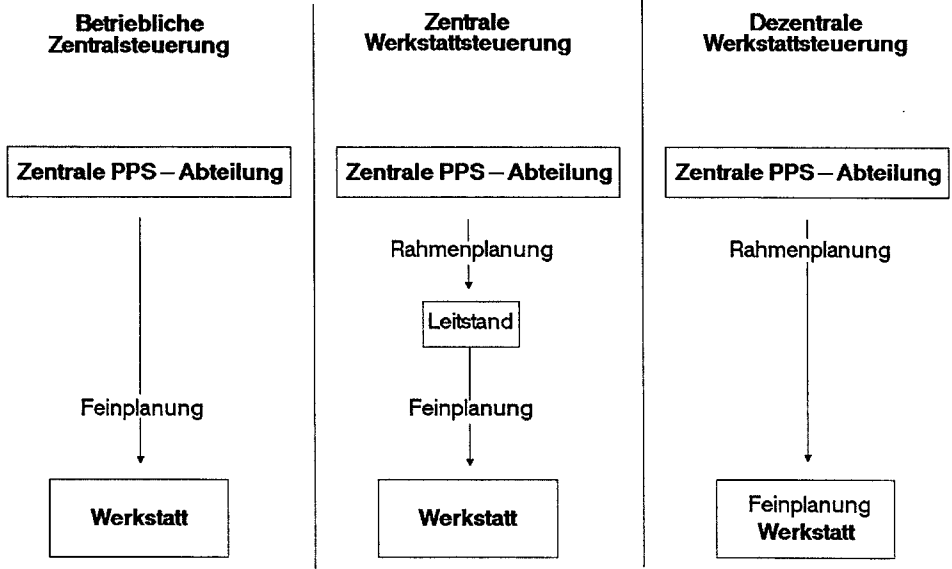


Bild 9.01: Konzeptionen der Werkstattsteuerung

men bei den Produktionsarbeitern ist und ähnliches. Dabei können in einem Betrieb auch verschiedene Steuerungstypen nebeneinander Anwendung finden, was zum einen auf die Bedeutung der Fertigungsart und Produktkomplexität hinweist, aber auch als Ausdruck eines „Suchprozesses“ nach den effektivsten Planungs- und Steuerungsmethoden verstanden werden kann.

Ordnet man die im Rahmen von Kurzrecherchen näher untersuchten Betriebe nach dem Einsatz eines der drei Steuerungstypen im jeweils zentralen Produktionsbereich (Hauptproduktgruppe), so ergibt sich folgende Verteilung :

- Knapp zwei Fünftel der Betriebe entfallen auf den Typus der **betrieblichen Zentralsteuerung**. Es handelt sich vorrangig um die Elektrotechnische Industrie und den Maschinenbau, in letzterem wiederum um Betriebe mit Großserienproduktion. In der Regel ist ein hohes Automatisierungsniveau der PPS-Systeme gegeben (teilweise Fertigungsleitreechner).
- Ca. zwei weitere Fünftel der Betriebe arbeiten mit einer **zentralen Werkstattsteuerung**. Dies sind vor allem Maschinenbaubetriebe mit komplexen Produkten, die in Einzel-, Klein- und Mittelserien aufgelegt werden. Das Automatisierungsniveau der PPS-Systeme ist in der Regel nicht hoch.
- Knapp ein Fünftel der Betriebe weisen Formen **dezentraler Werkstattsteuerung** auf. Hierbei handelt es sich wiederum vorwiegend um (im Sample überrepräsentierte) Maschinenbaubetriebe. Es sind

insbesondere Betriebe mit komplexen Produkten und Einzel- bis Kleinserienfertigung. Unter ihnen befinden sich auch drei Betriebe mit negativer Erfahrung mit Totalplanungssystemen. Es fanden sich aber auch zwei Serienfertiger mit Fertigungsinselorganisation, die diesem Steuerungstyp zuzurechnen sind. Auch hier ist das Automatisierungsniveau der PPS-Systeme insgesamt nicht hoch.

Es zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Reichweite des eingesetzten PPS-Systems und der in den Betrieben jeweils dominierenden Steuerungskonzeption. So finden sich Formen der betrieblichen Zentralsteuerung vor allem auf der Basis eines hohen EDV-Niveaus von PPS-Systemen, die eine zumindest teilautomatische Feinplanung umfassen. Aufgrund des hohen Automatisierungsniveaus kann die Funktion der Werkstattsteuerung für den gesamten Fertigungsbereich von der zuständigen zentralen Abteilung ausgeführt werden. Vorausgesetzt ist allerdings eine gelungene informationstechnische Abbildung des Prozesses, da sonst die detaillierten Feinplanungslisten zur bloßen Makulatur werden.

Formen der betrieblichen Zentralsteuerung korrespondieren in unserem Sample deutlich mit einem hohem EDV-Niveau der PPS-Systeme, sie sind jedoch keineswegs nur dort anzutreffen. Oftmals war die Steuerungskonzeption bereits vor der EDV-Einführung zentralistisch angelegt. Die Tendenz zur Abstützung der Planung mit immer ausgefeilteren PPS-Systemen scheint insbesondere bei Serienfertigern dadurch gefördert zu werden, daß sie aufgrund höherer Variantenvielfalt und kürzerer Lieferfristen die Losgrößen erheblich verringern. Der dadurch entstehende höhere Planungs- und Steuerungsaufwand soll mit Hilfe einer PPS-Totalplanung aufgefangen werden.

Dort, wo eine Automatisierung der Feinplanung aus technischen und/oder wirtschaftlichen Gründen nicht realisierbar ist, dominieren heute Formen der zentralen oder dezentralen Werkstattsteuerung. Angesichts der Komplexität der notwendigen Planungs- und Steuerungsleistungen ist man auf Erfahrungswissen vor Ort und kurze Rückkopplungsschleifen für die Bewältigung ständiger Soll-/Ist-Anpassung angewiesen. Dabei scheint es einen deutlichen Zentralisierungstrend innerhalb der Werkstatt zu geben. Der „meistereiübergreifende“ Leitstand ist dabei gewissermaßen die organisatorische Alternative zur technischen EDV-Durchdringung. Dieser Steuerungstyp verbindet die Vorteile einer Zentralsteuerung (Spezialisierung des Personals, Abbau von Partialinteressen der Meister und Produktionsarbeiter) mit den Vorteilen der dezentralen Werkstattsteuerung (Erfahrungswissen, kurze Rückkopplungsschleifen, hohe Flexibilität).

Das Automatisierungsniveau der in den Betrieben eingesetzten PPS-Systeme korrespondiert deutlich mit der jeweils gegebenen Produkt- und Prozeßkomplexität. So finden sich Totalplanungssysteme mit EDV-gestützter Feinplanung vor allem in der Großserien- und Massenfertigung. Nachdem man noch in den 70er Jahren glaubte, mit PPS-Systemen dieses Typs die hochkomplexen Steuerungsprozesse im Kernbereich des Maschinenbaus mit Einzel- bis Mittelserienfertigung und entsprechend hoher Pro-

zeßkomplexität einzufangen, hat sich zu Beginn der 80er Jahre ein weitgehender Verzicht auf die automatische Feinplanung in diesem Bereich durchgesetzt (vgl. u.a. Hirsch-Kreinsen 1984, Manske u.a. 1987). Die Feinplanungsläufe der alten Großsysteme wurden entweder gar nicht oder nur noch als grobe Orientierung genutzt.

Sowohl die Betrachtung der Technikentwicklung als auch der industriellen Praxis (vgl. Kapitel 6) legt die Vermutung nahe, daß der Verzicht auf die informationstechnische Abbildung des Prozesses der Werkstattsteuerung nur von kurzer Dauer war. Inzwischen drängen dialogorientierte Feinplanungssysteme auf den Markt, die anders als die alten Systeme nicht mit starren Algorithmen arbeiten, sondern als Hilfsmittel etwa für Leitstände ausgelegt sind. Auch neue teilautomatische Feinplanungsmodule werden angeboten und eingesetzt. Welche dieser beiden Techniklinien sich auf lange Sicht durchsetzt, ist gegenwärtig noch nicht absehbar.

9.1.2 Veränderungen der Meisterfunktion

Die Qualifikationen und Handlungsspielräume der Meister und – soweit in die Steuerung einbezogen – der Vorarbeiter sind entscheidend von der Verteilung der Aufgaben der Werkstattsteuerung betroffen. Durch die Feinplanung wird der Arbeitsablauf in der Werkstatt genau vorstrukturiert. Die Funktion der Arbeitsverteilung ist ein wesentlicher Faktor der Machtstellung des Meisters in der Werkstatt. Durch die Zuteilung von „guten“ und „schlechten“ Aufträgen kann er sanktionierend auf seine Untergebenen einwirken.

Betrachtet man die untersuchten PPS-Fälle insgesamt, so läßt sich feststellen, daß in den allermeisten Betrieben mit betrieblicher Zentralsteuerung die Meister ihrer Steuerungsfunktion weitgehend beraubt, bzw. zum „EDV-gestützten Meister“ ohne nennenswerte Dispositions- und Handlungsspielräume wurden. Weit mehr Einwirkungsmöglichkeiten waren den Meistern in Betrieben mit zentraler Werkstattsteuerung (Leitstand) eingeräumt. Hier wurde nur ein Betrieb angetroffen, der den Meistern keine Steuerungs- bzw. Planungsfunktionen (auch nicht in nur beratender Funktion des Leitstandspersonals) einräumte. Den größten Handlungsspielraum besaßen die Meister bei dezentralen Werkstattsteuerungskonzepten. Hier übernahmen zwar fallweise Terminer Aufgaben der Feinplanung, die letzte Entscheidungskompetenz und Verantwortung für Planung und Steuerung lag jedoch beim Meister.

Im untersuchten Betriebsample ist evident: je höher das Automatisierungsniveau der Fertigungsplanung (als Indikator kann die Häufigkeit der Durchlaufterminierung angesehen werden), um so weniger überlassen die Betriebe die Feinplanung dem Meister. Einen Eindruck davon vermittelt **Bild 9.02**.

Die Verteilung zeigt, daß der Anteil der Betriebe, die keine bzw. nur geringe Dispositionsspielräume in der Werkstatt belassen, um so höher ist, je

dichter die mit PPS-Systemen durchgeführten Planungen aufeinanderfolgen. Dabei korreliert die Länge der Planungsintervalle hoch mit dem Planungshorizont. Das heißt: je kürzer der zu verplanende Zeitraum ist, desto häufiger wird eine Durchlaufterminierung durchgeführt. Diesen Zusammenhang zeigt **Tabelle 9.01**.

Tabelle 9.01: Häufigkeit der Durchlaufterminierung und Planungshorizont
(PPS-Betriebe aus Kurzrecherchen – alle Angaben in %)

Planungs- horizont	Betriebe mit einem Planungslauf mindestens				alle PPS- Betriebe
	täglich	wöchent- lich	zweimal monatlich	monatlich	
Tag	63	-	-	-	24
Woche	37	44	0	-	29
Monat	0	28	100	75	33
2 bis 6 Monate	0	28	0	0	9
Jahr	0	0	0	25	5
	100	100	100	100	100

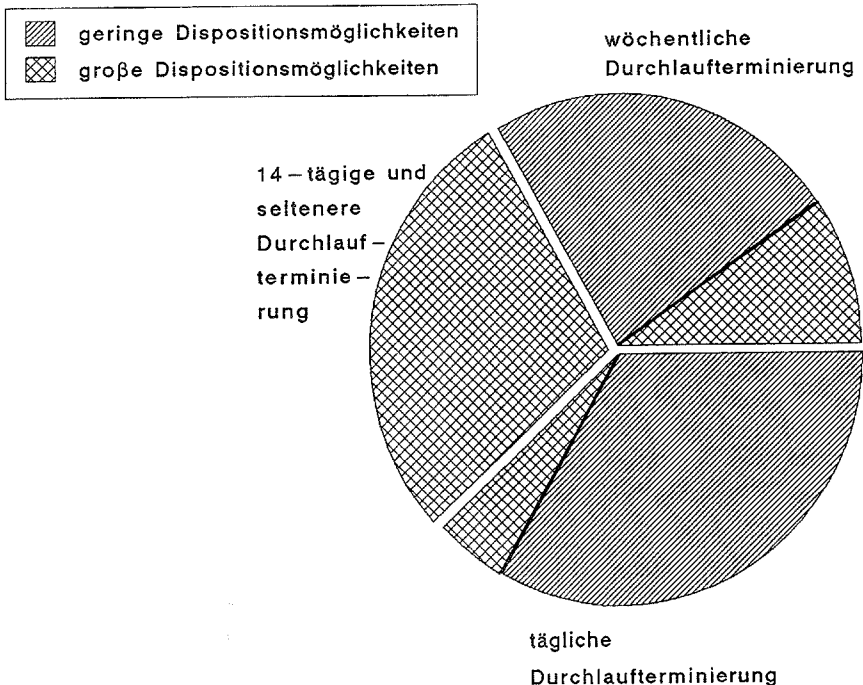


Bild 9.02: Häufigkeit der Durchlaufterminierung und Dispositionsmöglichkeiten der Meister

Die Verteilung läßt jedoch auch den Schluß zu, daß die verplanten Zeiträume um so geringer werden, je häufiger die Planungsläufe aufeinander folgen. Damit werden die Planungen stabiler, da sie keine weit in der Zukunft liegenden Ereignisse antizipieren müssen und durch ihre laufende Aktualisierung kurzfristig eintretende Abweichungen vom Plan berücksichtigen können. Es hat dabei den Anschein, als ob die mit PPS-Systemen (vermeintlich) gegebene technische Möglichkeit der Feinplanung zentralistische Steuerungskonzepte fördert. Je kürzer der Planungszeitraum, desto eher wird von der zentralen Abteilung versucht, diese – dann genaueren – Planungen auch durchzusetzen, ohne daß eine weitere Stelle planend bzw. steuernd dazwischentritt.

So vertritt der Produktionsleiter eines elektrotechnischen Betriebes die Ansicht, daß durch die Steigerung der Zahl der Lose bei gleichzeitiger Verringerung der Losgröße eine stärkere zentrale Steuerung und Planung notwendig sei, und daß im übrigen der Betrieb um so optimaler laufe, je mehr Entscheidungen zentralisiert würden. Folge dieser Politik ist, daß die Meister weder über Planungs- noch über Steuerungskompetenzen verfügen (Fall 26, 700 Beschäftigte).

Ähnlich die Lage in je einem Betrieb des Maschinenbaus und des Stahl- und Leichtmetallbaus, in denen die Verringerung der Losgrößen einhergeht mit der Anwendung rigider Planungsmethoden. In beiden Betrieben führt dies zur „Entmachtung“ der Meister. Sie verteilen nur noch nach zentralen Vorgaben terminierte und in Reihenfolge gebrachte Aufträge. In beiden Betrieben wurde zu Gunsten einer Verkürzung der Durchlaufzeiten eine erhebliche Steigerung der Rüstzeiten hingenommen (Fall 3, 6.000 Beschäftigte; Fall 52, 750 Beschäftigte).

Auch im Fall der Arbeitszuteilungskompetenz war in den untersuchten Betrieben der Zusammenhang zwischen Feinplanung durch das PPS-System (hierbei insbesondere die Kapazitätsbelegung und Arbeitsgangterminierung) und dem Dispositionsspielraum der Meister evident. Entweder wurde die Zuweisung der Aufträge durch (der zentralen PPS-Abteilung unterstellte, bzw. zum Leitstand gehörende) Arbeitsverteiler vorgenommen, oder sie wurde weiterhin dem (EDV-gestützten) Meister überlassen, der sie jedoch z. B. nach einer Maschinenbelegungsliste vornehmen muß.

Wie bereits aufgezeigt, führt die Umstellung auf den EDV-gestützten Meister zumeist zum Verlust der Arbeitsplätze der Arbeitsverteiler und zu zusätzlichen Anforderungen an die Meister, denen keine wirklichen Dispositionsspielräume gegenüberstehen. So wird ihnen zwar die Verantwortung für Aufträge und Termine zugeschoben, ohne ihnen jedoch die dafür erforderlichen Handlungsspielräume einzuräumen.

So wurde in einem Maschinenbaubetrieb, der diese Umstellung gerade vollzog, von seiten der Meister großer Unmut über die Ausweitung ihrer Arbeit und den damit verbundenen Streß formuliert. Dieser ergibt sich u.a. aus dem der täglichen Feinplanung mittels PPS-System entspringenden Umstand, daß sich die Auftragslisten täglich in erheblichem Umfang ändern und damit z. B. Vorausplanung im Sinne von Rüstzeitoptimierung unmöglich wird (Fall 53, 6300 Beschäftigte).

Daß die Planungs- und Steuerungskonzepte auf einzelbetrieblicher Ebene nicht stabil sind und damit auch die Funktion der Meister sich unter-

schiedlich entwickeln kann, zeigen drei Maschinenbaubetriebe mit Leitstandssteuerung, in die die Meister involviert sind. Alle drei Betriebe planen die Einführung eines neuen „komplexeren“ PPS-Systems.

Ein Maschinenbaubetrieb verspricht sich vom neuen PPS-System eine verbesserte computergestützte Feinplanung, durch die der Leitstand obsolet werden soll und die Meisterfunktion auf die der Umsetzung der Feinplanungen beschnitten wird. Damit werden die Meister zu EDV-gestützten Meistern (Fall 37, 600 Beschäftigte).

Ein zweiter Betrieb wird im Zuge der Anwendung des neuen PPS-Systems den Leitstand abschaffen. Hier sollen jedoch bewußt die Dispositionsmöglichkeiten in der Werkstatt erhalten bleiben, den Meistern Feinplanungs- und Steuerungsaufgaben obliegen, d.h. aus der zentralen Werkstattsteuerung soll eine dezentrale – mit EDV-Unterstützung – entstehen (Fall 43, Maschinenbau, 4.000 Beschäftigte).

In einem weiteren Betrieb des Maschinenbaus mit 550 Beschäftigten soll das anzuschaffende PPS-System keinerlei Auswirkung auf die Arbeitsorganisation haben. Sowohl Leitstand als auch die Planungs- und Steuerungsfunktion der Meister sollen erhalten bleiben (Fall 29).

Inwieweit die gestiegenen Feinplanungs- und Steuerungsmöglichkeiten der geplanten komplexeren PPS-Systeme letztendlich doch zu Zentralisierungstendenzen auch in den zwei letztgenannten Betrieben führen werden, ist heute nicht abzusehen.

Anders stellt sich die Situation bei zwei Maschinenbaubetrieben dar, die u. a. wegen der gescheiterten Anwendung von Totalplanungssystemen zur Form der **dezentralen Werkstattsteuerung** zurückgekehrt sind:

Während der eine nur über ein PPS-Informationssystem verfügt, d.h. weitgehend manuell plant und steuert, jedoch ein rigides Kontrollsystem aufgebaut hat (Fall 25, Maschinenbau, 550 Beschäftigte), nutzt der andere nur wenige Module seines Totalplanungssystems für eine Rahmenplanung mit einem Planungshorizont von 40 Wochen und überläßt die Feinplanung und Steuerung einer Art Leitstand bzw. der Werkstatt. Die Mängel dieses PPS-Systems führten dazu, daß auch dieser Betrieb die Einführung eines neuen plant, das eine realistischere Planung erlaubt. Die durch das System dann wöchentlich zu erstellenden Auftragslisten, nach Reihenfolge geordnet, werden die Arbeitsverteiler obsolet machen. Jene mußten die Mängel des alten Systems manuell ausgleichen, Aufträge in Reihenfolgen bringen, Materialverfügbarkeit prüfen und ähnliches. Die „reine“ Arbeitsverteilerfunktion übernehmen in Zukunft die Meister (Fall 23, Maschinenbau, 4500 Beschäftigte).

Betrachtet man die untersuchten PPS-Fälle insgesamt, so zeigt sich bei der Mehrheit der Betriebe ein deutlicher Trend zur Entmachtung der Meister. Dies vollzieht sich einerseits über das weitere Vordringen der EDV in die Feinplanung und andererseits, bzw. parallel dazu, über die organisatorische Zentralisierung der entsprechenden Funktionen in Leitständen. Letztere sind teilweise nur eine Vorstufe zur betrieblichen Zentralplanung auf Basis ausgefeilter Totalplanungssysteme.

Eine kleine Gruppe von Betrieben experimentiert mit **alternativen Steuerungskonzeptionen** in verschiedenen Bereichen des Produktionsprozesses.

ses. Jedoch nur in einer kleinen Minderheit der näher untersuchten Betriebe wird das Erfahrungswissen der unteren betrieblichen Vorgesetzten bewußt und systematisch in die Planungskonzeption einbezogen. Hier scheint sich zumindest auf absehbare Zeit eine neue und stabile Arbeitsteilung zwischen der Arbeitsvorbereitung, dem spezialisierten Steuerungspersonal in der Werkstatt und den Meistern eingespielt zu haben. Ob solche Steuerungskonzeptionen sich im Zusammenhang mit den neuen, dezentral einsetzbaren Planungshilfsmitteln weiter ausbreiten, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht zu beantworten.

9.1.3 Auswirkungen auf die Produktionsarbeiter

Die betrieblichen Planungs- und Steuerungskonzepte haben auf die Handlungsspielräume und Qualifikationen des Werkstattpersonals einen erheblichen Einfluß. Über die eigenständige Planung seines täglichen, wöchentlichen oder monatlichen Arbeitslaufs, durch Reihenfolgeplanung seiner Arbeitsaufträge, kann der Arbeitnehmer physisch und psychisch bedingte Schwankungen seiner Arbeitsleistung in Richtung auf die geforderte Normleistung ausgleichen und unter Bedingungen der Leistungsentlohnung nach Akkord seine Lohnhöhe (mit-)bestimmen.

Dabei ergeben sich die Dispositionsmöglichkeiten, sprich die Freiheitsgrade eigener Planung, für die Arbeitnehmer aus zwei Faktoren:

- der Anzahl der gleichzeitig am Arbeitsplatz verfügbaren Aufträge bezogen auf die Abarbeitungsdauer;
- dem Umfang der Prioritäten, mit denen Aufträge versehen sind, d. h. der Rigidität der vorgegebenen Abarbeitungsreihenfolge (Reihenfolgeplanung).

Der durchschnittliche Auftragsbestand an den Arbeitsplätzen betrug in den näher untersuchten Betrieben ca. einen Tag bzw. ein bis zwei Schichten. Die Zuteilungsart war in den allermeisten Fällen entweder die der Einzelzuteilung von Aufträgen oder die Bündelzuteilung mit Reihenfolgevorgaben. In beiden Fällen gehen die Dispositionsmöglichkeiten der Arbeitnehmer gegen null. Diese Formen waren typisch bei Betrieben mit zentralistischer Steuerungskonzeption und demgemäß großer Planungshäufigkeit. Flexibilitätsunterstützende Fähigkeiten der Arbeitnehmer werden dabei gering geachtet.

Die Praxis in den näher untersuchten Betrieben zeigt, daß auch für die Produktionsarbeiter gilt, was bereits für die Meister festgestellt wurde: je feiner die zentrale Planung ist, um so mehr Anweisungscharakter gewinnt sie und um so weniger Spielräume auf anderen Ebenen läßt sie zu.

Eine Begründung dafür lieferten die Gesprächspartner in einem elektrotechnischen Betrieb, der Kleinserien nach Kundenspezifikation herstellt: Sie waren der Meinung, daß bezüglich der Dispositionsspielräume der Produktionsarbeiter in der Produktion ein Vergleich zwischen den hier gegebenen Produktionsstrukturen bzw. Produktionsnot-

wendigkeiten mit denen des traditionellen Maschinenbaus nicht möglich sei. Während es dort z. B. hinsichtlich der Optimierung der Rüstzeiten durchaus sinnvoll sei, größere Arbeitsvorräte an die Maschinen zu legen, sei das hier nicht notwendig, da unter anderem die Maßgenauigkeit der Einzelteile, wie sie beim Maschinenbau erforderlich sei, hier nicht gefordert wird. Zudem würden Planungsmöglichkeiten für die Produktionsarbeiter zwangsläufig zur Erhöhung des Umlaufkapitals führen und die Terminalsicherheit gefährden (Fall 26, 650 Beschäftigte).

Ein Wechsel weg vom Paradigma der Rüstzeitoptimierung kann allerdings auch im Maschinenbau zu ähnlichen Arbeitszuteilungsformen wie den vorhergenannten führen. Dies bestätigte ein Gesprächspartner aus einem Maschinenbaubetrieb. Ging es früher um eine hohe Auslastung des Maschinenparks, so sind die heutigen Ziele kurze Durchlaufzeiten und niedrige Lagerbestände. Um diese zu erreichen, wird auch eine Verdopplung der Rüstzeiten hingenommen. Dieser Wandel der Steuerungsphilosophie führt zur Vorgabe von festen Auftragsreihenfolgen für die Produktionsarbeiter (Fall 3, 6.000 Beschäftigte).

Nicht in allen Betrieben mit zentralistischen Steuerungskonzepten kann die Methode der Einzelzuteilung oder die der Bündelzuteilung von Aufträgen mit fester Reihenfolgevorgabe stringent durchgehalten werden.

So beläßt ein Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie, das seine hochkomplexe Teilefertigung mittels Fertigungsleitsystem steuert – für die Produktionsarbeiter heißt das Einzelzuteilung bzw. Bündelzuteilung mit Reihenfolgevorgabe – die Optimierung des Produktionsablaufs für die Wärmebehandlung der Teile dem Produktionsarbeiter. Zur Begründung wird die Komplexität der notwendigen Entscheidungen angeführt. Dem Produktionsarbeiter werden über das PPS-System zwar Vorschläge für die Zusammenstellung der Ofencharge gemacht, er ist jedoch nicht daran gebunden, da ihm die Optimierung der Auftragspakete immer noch besser gelingt als dem Computer (Fall 62, 1300 Beschäftigte).

Die in diesem Beispiel dargestellte Arbeitszuteilung in Form von Auftragsbündeln, die die Produktionsarbeiter nach eigenen Optimierungskriterien abarbeiten können, ist in den näher untersuchten Betrieben mit zentralistischen Steuerungskonzepten eine Ausnahme und wenn, dann nur in Teilbereichen der Fertigung anzutreffen.

Im Gegensatz dazu kann die Arbeitszuteilung in Form von Bündeln mit Reihenfolgevariationsmöglichkeiten als typisch für Betriebe mit EDV-Rahmenplanung und dezentraler Werkstattsteuerung bezeichnet werden. Hintergrund für diese Form der Zuteilung wie für die Form der Planung ist die in der Regel hohe Prozeßkomplexität, bei deren Bewältigung dem Erfahrungswissen der Produktionsarbeiter ein systematischer Stellenwert zukommt. Dies trifft insbesondere auf Einzel- und Kleinserienfertiger des Maschinenbaus zu. Die Arbeitszuteilung in Form von Auftragsbündeln ohne Reihenfolgevorgaben wurde jedoch auch in Betrieben mit Großserienproduktion vorgefunden. Hier trat sie in Verbindung mit der Organisation der Fertigung in Form von teilautonomen Arbeitsgruppen auf.

In einem Betrieb der elektrotechnischen Industrie entschied man sich bei der aufgrund der ökonomischen Lage des Betriebes notwendig gewordenen Reorganisation für die Einrichtung teilautonomer Arbeitsgruppen und gegen die Einführung eines Totalplanungssystems. Den Arbeitsgruppen wird ein Auftragspool im Umfang von einer bis zwei Wochen

übergeben. Über Reihung und Zeitpunkt der Abarbeitung der Aufträge entscheidet die Arbeitsgruppe zusammen mit Meister und Vorarbeiter. Bisher habe man, so wurde berichtet, mit diesem System gute Erfahrungen gemacht, insbesondere auch hinsichtlich der Flexibilität (Fall 60, 900 Beschäftigte).

Häufig wird die Bündelzuweisung von Arbeitsaufträgen jedoch auch bei Betrieben mit hoher Prozeßkomplexität eher als notwendiges Übel, denn als Teil einer die Effizienz und Flexibilität steigernden Steuerungsform gesehen. So fanden sich unter den näher untersuchten Betrieben viele, die im Zuge der Durchsetzung (vermeintlich) verbesserter Planung mittels komplexer PPS-Systeme die Produktionsarbeiter stärker der zentralen Planung und Steuerung unterwerfen wollen.

In einem kleinen Maschinenbaubetrieb, der Einzelmaschinen nach Kundenspezifikation herstellt, werden dem Werker Arbeitsvorräte für ca. 20 Stunden mit Reihenfolgevorgaben auf Basis der Planung des PPS-Systems zugewiesen. Diese Reihenfolgevorgaben werden nach Ansicht der Geschäftsleitung nicht eingehalten, sondern nach dem Kriterium gleicher Aufträge von den Werkern neu zusammengestellt. Das neu einzuführende PPS-System soll eine Reihenfolgebildung nach diesem Kriterium ermöglichen, die dann durchgesetzt werden soll. Dadurch verringern sich die Dispositionsmöglichkeiten der Arbeitnehmer erheblich (Fall 33, 150 Beschäftigte).

Auch über den Mechanismus der „Eilteileanweisung“ können weitgehende Dispositionsmöglichkeiten der Produktionsarbeiter unterlaufen werden. Eilaufträge sind solche, die vorrangig abgearbeitet werden müssen, da z.B. der Montagetermin bereits festgelegt ist, bei der Verfügbarkeitsprüfung aber Fehlbestände festgestellt werden. Durch Planungsfehler bedingte hohe Fehlteileraten, die sich in Eilaufträgen hoher Priorität niederschlagen, verringern die Dispositionsspielräume für die Arbeitnehmer.

Nur in wenigen Betrieben werden die Produktionsarbeiter nicht als potentieller „Störfaktor“ einer ansonsten scheinbar reibungslos möglichen zentral geplanten Fertigung angesehen, sondern systematisch in den Prozeß der Werkstattsteuerung einbezogen. Begründet wird dies dort zumeist damit, daß diese Zuteilungsform notwendig ist, um die Flexibilität der Fertigung zu gewährleisten. Betriebe dieses Typs fanden sich interessanterweise nicht nur im Maschinenbau, sondern auch in größere Serien produzierenden elektrotechnischen Betrieben, sofern sie Formen sich selbststeuernder Arbeitsgruppen aufwiesen.

In der Mehrheit der Betriebe waren jedoch Arbeitszuteilungsformen anzutreffen, bei denen der Handlungsspielraum der Produktionsarbeiter stark beschnitten ist. Hier dominieren in der Regel die Planungskonzepte der betrieblichen Zentralsteuerung und der zentralen Werkstattsteuerung. Insgesamt, so hat es den Anschein, sind die restriktiven Formen der Arbeitszuteilung (Auftragsbündel mit Reihenfolgevorgabe und Einzelzuteilung) im Vordringen.

9.1.4 Veränderungen des betrieblichen Kontrollpotentials

Der Bereitstellung „aktueller Daten“, d. h. einer möglichst hohen Transparenz des oft schwer vorausplanbaren Fertigungsprozesses, wird in allen Betrieben besonderes Gewicht beigemessen (vgl. Kapitel 6). Diese soll insbesondere mit Hilfe des Einsatzes von BDE-Systemen erreicht werden.

Daß die Erwartungen der Betriebe, mit Hilfe von BDE-Systemen größere Kontroll- und Überwachungsmöglichkeiten und damit einen besseren Überblick über den Fertigungsprozeß erhalten zu können, sich anscheinend erfüllen, zeigen die Ergebnisse der Breitenerhebung zur Frage der Auswirkungen computergestützter Techniken. Ca. zwei Drittel der Betriebe der Investitionsgüterindustrie geben 1986/87 an, daß es durch den Einsatz computergestützter Techniken bereits zu größeren Kontroll- und Überwachungsmöglichkeiten gekommen sei, weitere knapp 20 % erwarten eine derartige Entwicklung. Demgegenüber verzeichnen nach eigenen Aussagen bereits über drei Viertel der Anwender von BDE-Systemen derartige Auswirkungen. Von den Betrieben, die bis dato noch kein BDE-System im Einsatz hatten, sahen dagegen nur 63% größere Kontroll- und Überwachungsmöglichkeiten gegeben (Bild 9.03).

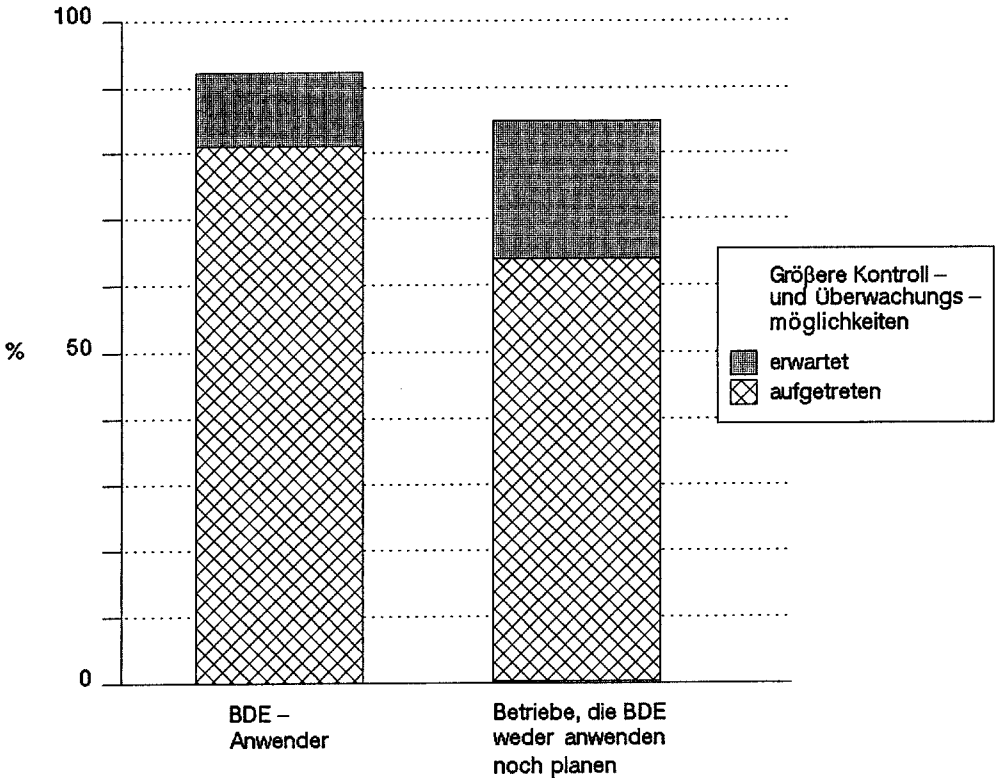


Bild 9.03: Auswirkungen computergestützter Techniken auf Überwachung und Kontrolle bei BDE-Anwendern und Nicht-BDE-Anwendern (Investitionsgüterindustrie – N = 98 bzw. 632)

Vor dem Hintergrund der in die computergestützte Betriebsdatenerfassung gesetzten Erwartungen ist es nicht verwunderlich, daß weitgehend unabhängig von der Form der Produktionsplanung und -steuerung in den näher untersuchten Betrieben eine Tendenz zu stärkerer EDV-gestützter Kontrolle der Arbeitsvollzüge zu verzeichnen ist. Auch Betriebe, die mit – gegenüber Totalplanungssystemen – „abgemagerten“ PPS-Systemen arbeiten und die die Auftragszuteilung als Bündelzuteilung mit Variationsmöglichkeiten praktizieren, setzen in den allermeisten Fällen BDE-Systeme ein, über die der einzelne Arbeitsgang an- bzw. abgemeldet werden muß, oder sie planen den Einsatz derartiger Systeme.

Ein sehr weitgehendes Kontroll- und damit verbundenes Sanktionssystem weist ein Maschinenbaubetrieb mit dezentraler Werkstattsteuerung und hohen Dispositionsmöglichkeiten der Arbeitnehmer auf. Hier müssen Start und Ende der Auftragsbearbeitung über das BDE-System gemeldet werden. Laufende Auswertungen auf dem Aggregationsniveau Maschinengruppe dienen u.a. zur Leistungsbeurteilung der Arbeitnehmer (Fall 25, 550 Beschäftigte).

Bei einem Maschinenbauer mit dezentraler Werkstattsteuerung und hohen Dispositionsspielräumen der Arbeitnehmer entspricht die Rückmeldeform gegenwärtig der Arbeitszuteilungsform (Auftragsbündel). Sie soll jedoch im Zuge der Einführung eines computergestützten BDE-Systems dahingehend verändert werden, daß in Zukunft die Arbeitnehmer ihre Arbeitsgänge zeitgenau an- und abmelden müssen (Fall 23, 4500 Beschäftigte).

Die erwähnte (rigide) Rückmeldepraxis kann im Zusammenhang mit weitreichenden Dispositionsmöglichkeiten der Arbeitnehmer bedeuten, daß an zentraler Stelle ein genauer Blick über die Arbeitsvollzüge und „Optimierungskonzeptionen“ des einzelnen entsteht, der Arbeitsprozeß „gläsern“ wird. Auf lange Sicht erhalten die Betriebe somit Informationen, die die Planungsgrundlagen für neue und ähnliche Aufträge verbessern können (vgl. Manske u.a. 1987). Je weiter die Erfassung an den Arbeitsplatz rückt und je kürzer die Meldeintervalle werden, desto höher wird die Kontroll-dichte (vgl. Erb 1986).

Nicht typisch ist (bisher) in den untersuchten Betrieben, daß der Produktionsarbeiter seine Arbeitsgänge an Arbeitsplatz-BDE-Terminals an- und abmeldet. Vorherrschend sind Formen „bereichsweiser“ Betriebsdatenerfassung, d.h. BDE-Terminals in einer fertigungsorganisatorischen Einheit, die von mehreren Arbeitnehmern benutzt werden. Dabei existieren auch Formen, bei denen Meister und/oder Vorarbeiter und/oder Steuerungspersonal die Rückmeldung auf Grund abgearbeiteter Arbeitsgang- bzw. Auftragskarten vornehmen. Festzustellen war jedoch – auch ohne den Einsatz eines BDE-Systems –, daß die Betriebe, unabhängig von der Form der Arbeitszuteilung, die Einzelab- bzw. -anmeldung der Arbeitsgänge fordern.

Dabei geht manchen Betrieben diese Kontrolle noch nicht weit genug. Dort werden bei Meldung über das BDE-System Manipulationsmöglichkeiten von seiten der Arbeitnehmer vermutet. Um den Überblick über die Fertigung zu „objektivieren“, der in diesem Fall bisher immer über die Eingabe des Arbeitnehmers am BDE-System vermittelt ist, wird eine Erfassung der Daten direkt an der Maschine (MDE-System) angedacht (Fall 44, Elektrotechnik, 500 Beschäftigte).

Am weitesten fortgeschritten auf diesem Weg ist ein Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie, das eine automatische Betriebsdatenerfassung ohne Eingriffsnotwendigkeit seitens des Arbeitnehmers praktiziert (Fall 62, 1300 Beschäftigte).

Ähnlich werden in einem Unternehmen des Maschinenbaus (Fall 1, 1200 Beschäftigte) über ein MDE-System nicht nur Steuerungsdaten der Maschine erfaßt. Zusätzlich laufen auch Teile der Arbeitszuteilung bzw. der Bereitstellung über das System; so können z. B. die für den nächsten Arbeitsgang benötigten NC-Programme angezeigt und abgerufen werden (DNC-Kopplung).

Diese weitreichende Form der Integration von Kontrolle und Arbeitsverteilung über ein System ist jedoch bisher eher selten anzutreffen.

Häufiger ist dagegen die Nutzung eines BDE-Systems im Rahmen der Werkstattsteuerung. So setzen einige Firmen BDE-Terminals am Leitstand bzw. in den Meisterbereichen ein, auf denen das zuständige Personal die für den jeweiligen Zeitraum verplanten Aufträgen mit Prioritäten und Rückmeldungen einsehen und gegebenenfalls Umplanungen vornehmen kann. Ein weiteres Zusammenwachsen von Anweisung und Kontrolle über computergestützte BDE-Systeme wird langfristig weitere arbeitsorganisatorische Veränderungen hinsichtlich der Verlagerung von Steuerungskompetenzen aus der Werkstatt ermöglichen.

Die für die große Mehrheit der untersuchten PPS-Fälle feststellbare Tendenz zur verstärkten elektronischen Kontrolle der Arbeitsvollzüge kann für die Arbeitnehmer insbesondere dann negative Auswirkungen zeitigen, wenn mit der Kontrolle des Arbeitsvollzugs Daten für die **Lohnfindung** im Zuge der Akkordentlohnung erfaßt und ausgewertet werden. Während die Steuerungsebene ein Interesse an einem zeitgenauen Überblick über den Fertigungsstand hat, muß der Akkordlöhner „rechnerisch“ seinen gewünschten Zeitgrad erreichen. Dies wird u.a. durch schnelleres oder langsames Arbeiten bei verschiedenen Aufträgen erreicht sowie durch „Horten“ guter Zeiten (Schubladenzeiten), um Tage mit „schlechten“ Aufträgen ausgleichen zu können. Bei nicht getrennter Lohndaten- und Betriebsdatenerfassung entfällt diese Möglichkeit weitgehend.⁴³⁾

Nicht verhindert ist durch diese technische Trennung allerdings die Möglichkeit, Vergleiche zwischen realen Zeiten und abgerechneten Zeiten vorzunehmen. Auch wenn diese Möglichkeit oft nur noch auf hohem Aggregationsniveau besteht, kann sie Hinweise auf „zu gute“ Zeiten geben, die zur Begründung einer Erhöhung der Leistungsanforderungen bzw. Neubestimmung der Vorgabezeiten herangezogen werden können.

43) In diesem Zusammenhang spielt auch die Art der Auftragserteilung eine wesentliche Rolle. Darauf kann jedoch hier nicht weiter eingegangen werden. Um an diesem Punkt Konflikte „strategisch“ zu vermeiden, aber auch als Ergebnis von Konflikten, sind einige Firmen dazu übergegangen, beide Erfassungen zwar mittels BDE-System vorzunehmen, diese funktional und datentechnisch jedoch zu trennen (2-Kreis-Systeme). Dadurch stehen An- bzw. Abmelde-termine nur der Steuerung, lohnrelevante Zeitdaten nur der Lohnabrechnung zur Verfügung.

Des weiteren erfordert die eigenständige Eingabe lohnrelevanter Zeiten mittels BDE-Systemen vom Arbeitnehmer – auch und gerade bei der Einrichtung „elektronischer“ Schubladien – mathematische Kenntnisse zum Erzielen eines durchschnittlichen Leistungsgrades. Diese Aufgabe, die „Normalisierung“ der Einzelleistungen im von der Werkstatt oder den Arbeitsgruppen festgelegten Rahmen vorzunehmen, erfüllten vordem oftmals „inoffiziell“ die Werkstattschreiber/innen. Der Wegfall dieser „Kontrollinstanz“ kann zur Folge haben, daß die mit ihrer Hilfe erzielte Normalverteilung der abgerechneten Leistungen durchbrochen wird. Es steht zu befürchten, daß damit auftretende Spitzen- und Minderleistungen – auch in ihrer zeitlichen und räumlich-funktionalen Streuung – deutlicher erkennbar werden und so als Anhaltspunkt für mögliche Rationalisierungen nutzbar sind.

Der häufig zu beobachtende Versuch von seiten der Betriebsleitungen, aus dem Akkord in Prämien- oder Zeitlohn zu wechseln, kann als eine – wenn auch von den meisten der näher untersuchten Betriebe bestrittene – Möglichkeit angesehen werden, durch BDE- und PPS-Systeme Entlohnung und Leistungsabforderung zu entkoppeln. Sind im Leistungslohn Leistungen bzw. Vorgabezeiten mit der betrieblichen Interessensvertretung zu vereinbaren, so entfällt diese Notwendigkeit im Zeitlohn. Gleichwohl werden auch bei dieser Form Planzeiten von seiten der Planungsabteilung gesetzt. Wie bereits gezeigt, wirkt eine Planung in immer kürzeren Intervallen in Richtung auf immer engere Arbeitsvorgaben. Über diesen Mechanismus werden Leistungsverdichtungen transportiert.

BDE-Systeme spielen für die Betriebe, insbesondere im Zusammenhang mit der Produktionsplanung und -steuerung, eine bedeutende Rolle. Dies ließ sich sowohl im Rahmen der betrieblichen Kurzrecherchen feststellen, als auch aus den Ergebnissen der Breitenerhebung ableiten. Der in der großen Mehrheit der näher untersuchten Betriebe festzustellende Trend einer immer genaueren An- und Abmeldung der Arbeitsgänge mit Hilfe des BDE-Systems gibt der Produktionsplanung und -steuerung einen stets aktuellen Überblick über den Stand der Fertigung. Sie wird dadurch in die Lage versetzt, bei Planabweichungen schneller zu reagieren. Generell steigt durch den Einsatz von BDE-Systemen die Transparenz des Betriebsgeschehens. Für die Arbeitnehmer kann dies zu erhöhtem Leistungsdruck führen. Mit BDE-Systemen ist den Betrieben ein Mittel an die Hand gegeben, das durch die Erfassung aktuellerer und genauerer, auch dem einzelnen Arbeitsgang zurechenbarer Zeiten die Möglichkeit eröffnet, unproduktive Zeiten zu erkennen und gegebenenfalls zu minimieren.

Auch beim Einsatz von BDE-Systemen gibt es nur wenige Betriebe, die alternative Wege gehen und systematisch auf eine genaue Arbeitsgangkontrolle verzichten. Dazu gehören jene Fälle, die ihre Produktion oder Teile davon in Fertigungsinseln nach dem Prinzip selbststeuernder Arbeitsgruppen organisiert haben. Hier entspricht die Arbeitszuteilungsform – Auftragsbündel – der Rückmeldungsform.

In einem elektrotechnischen Betrieb werden den teilautonomen Arbeitsgruppen jeweils Auftragspools von mindestens einer Woche zugewiesen. Den für sie bereitgestellten Auf-

tragspool können die Arbeitsgruppen an den BDE-Terminals einsehen. Die abgearbeiteten Aufträge werden dann gesammelt über das BDE-System zurückgemeldet (Fall 40, 600 Beschäftigte).

Im letztgenannten Fall war das BDE-System auf eine lediglich informativ-unterstützende Form als Auskunftssystem bzw. Arbeitszuteilungssystem beschnitten. Das heißt, die Möglichkeit war bewußt eingeschränkt worden, das BDE-System als Instrument zur Kontrolle der Leistung und des Verhaltens der Arbeitnehmer zu nutzen.

9.2 Arbeitsorganisatorische Veränderungen beim Einsatz von CAD/CAM-Systemen

Wie zuvor bei den PPS-Systemen stellt sich auch bei CAD/CAM-Systemen die Frage, welche arbeitsorganisatorischen Veränderungen im Verhältnis zwischen den zentral planenden Betriebsabteilungen und der Werkstatt in Zukunft zu erwarten sind. In diesem Fall geht es nicht um die zeitliche Dimension der Auftragsabwicklung, sondern um die Optimierung der technischen Abläufe der Produkterstellung und der maschinenbezogenen Arbeitsvollzüge. Wiederum sollen die Verhältnisse in der Werkstatt der Blickwinkel sein, unter dem die arbeitsorganisatorischen Veränderungen betrachtet werden.

CAD/CAM-Systeme richten sich vornehmlich auf die rechnerbasierte Vernetzung der Konstruktion und der Arbeitsplanung mit fertigungstechnischen Funktionen in der Werkstatt und berühren damit unmittelbar die hierarchisch-funktionale Arbeitsteilung zwischen Disposition einerseits und Ausführung andererseits. Wie bereits in Kapitel 5 ausführlich beschrieben, zeichnen sich derzeit bei der CAD/CAM-Integration zwei Teillinien ab:

- zum einen die rechnerunterstützte Kopplung und Integration von Konstruktionsfunktionen mit Funktionen vor allem der NC-Programmierung in Form von CAD-NC-Systemen;
- zum anderen die Vernetzung einzelner fertigungstechnischer Komponenten (wie CNC-Maschinen, FFZ, FFS) untereinander und mit der Arbeitsvorbereitung und NC-Programmierung über DNC-Systeme.

Die jeweiligen Konsequenzen für die Arbeitsorganisation in Werkstatt und komplementär dazu insbesondere in den arbeitsvorbereitenden Diensten können sehr unterschiedlich sein; sie hängen im wesentlichen aber davon ab, inwieweit ein CAD/CAM-System eingesetzt ist, das von seiner technischen Konzeption her grundsätzlich stark arbeitsteilige Lösungen stützt; oder ob andererseits CAD/CAM-Systeme zum Einsatz kommen, die den Betrieben prinzipiell größere Gestaltungsmöglichkeiten für die betriebliche Organisation belassen.

9.2.1 Arbeitsorganisatorische Einflüsse unterschiedlicher CAD/CAM-Konzeptionen

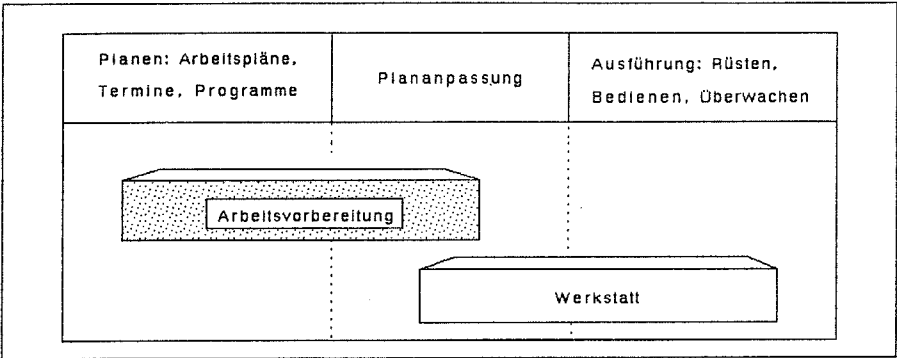
CAD/CAM-Systeme, die von ihrer technischen Auslegung ausschließlich **arbeitsteilige Konzeptionen** favorisieren, stellen die Mehrzahl der im Einsatz befindlichen Systeme dar und haben deshalb bei der Frage nach den arbeitsorganisatorischen Veränderungen in diesem Feld besonderes Gewicht. Hervorragendes Merkmal dieser Systeme ist, daß sie die traditionelle Arbeitsteilung zwischen Disposition und Ausführung im Rahmen einer insgesamt hierarchisch strukturierten Betriebsorganisation stützen, mit der impliziten Tendenz, sie zu vertiefen. Damit ist in der Regel die Zielsetzung verbunden, einen möglichst störungsfreien und effizienten Informationsfluß zwischen den traditionell separiert voneinander ablaufenden Prozeßfunktionen in Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Werkstatt herzustellen. Dabei stützen sie sich in irgendeiner Form auf eine zentrale bürogebundene Arbeitsvorbereitung und NC-Programmierung (**Bild 9.04**).

Besonders deutlich zeigt sich dies bei CAD-Systemen mit integriertem NC-Modul, für die ein überaus teurer und komplexer CAD-Arbeitsplatz notwendig ist, der sich nach übereinstimmender Meinung von Experten für eine Nutzung unter Werkstattbedingungen nicht eignet. Weiterhin sind häufig CAD-Systeme im Einsatz, die Schnittstellen zu meist schon in den Betrieben existierenden rechnerunterstützten Programmiersystemen mit höheren Programmiersprachen (APT und APT-Dialekte) aufweisen. In beiden Fällen ist die Möglichkeit einer Reorganisation gegebener arbeitsteiliger Strukturen vom technischen Konzept her nicht vorgesehen.

Ähnlich sieht es bei den DNC-Systemen aus, die auf die Vernetzung schon bestehender Büro-Programmiersysteme, die auf höhere Programmiersprachen aufbauen, mit CNC-Maschinen in der Werkstatt setzen. Darüber hinaus sieht eine Reihe von Systemen in fortgeschrittenen Ausbaustufen die Integration eines zentralisierten Leitstands vor, in dem außer der Programmierung und Programmoptimierung auch weitere dispositive Funktionen wie Feinplanung und Materialflußsteuerung ausgeführt werden. Dann haben auch prinzipiell für Werkstattprogrammierung nutzbare komfortable numerische Steuerungen lediglich die Funktion automatischer Datenerfassungs- und Datenweiterleitungsfunktionen (von Behr, Hirsch-Kreinsen 1987).

Daneben wurden in jüngerer Zeit **alternative CAD/CAM-Systeme** entwickelt, die nicht allein auf arbeitsteilige Grundstrukturen betrieblicher Organisation setzen, sondern den Betrieben breitere Gestaltungsmöglichkeiten für die betriebliche Organisation eröffnen. Von ihnen erhofft man sich einerseits eine adäquatere Lösung für den Einsatz rechnerintegrierter Systeme in kleineren und mittleren Betrieben, die naturgemäß weniger arbeitsteilige Strukturen und eine nur rudimentäre Arbeitsvorbereitung aufweisen. Andererseits aber erwartet man sich auch eine stimmigere Antwort auf die veränderten Marktanforderungen hinsichtlich kundenspezifischer Erzeugnisse und auf gestiegene Ansprüche an die betriebliche Flexibilität, die mit den herkömmlichen rigiden Betriebsstrukturen teilweise nicht mehr in Einklang zu bringen sind.

Verteilung von Arbeitsfunktionen bei arbeitsteiligen CAD/CAM – Konzepten



Verteilungsmöglichkeiten von Arbeitsfunktionen bei werkstattoffenen CAD/CAM – Konzepten

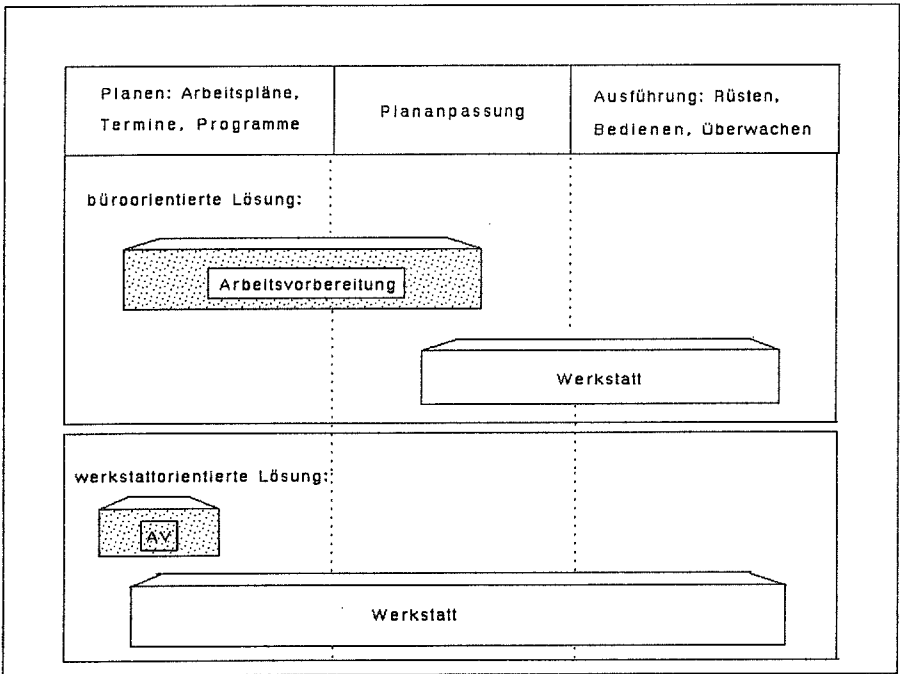


Bild 9.04: Alternativen des CAD/CAM-Einsatzes

Diese alternativen CAD/CAM-Systeme verzichten, soweit es sich um die CAD-NC-Integration handelt, auf die Einbindung eines bürogebundenen Programmiersystems und zielen auf eine direkte Verbindung von Konstruktionsfunktionen mit Fertigungsfunktionen. Dies impliziert im wesentlichen sowohl die Erhaltung von Dispositionsspielräumen für die betroffenen Arbeitnehmer in der Produktion, als auch die kommunikative

Kooperation zwischen dem Personal der Konstruktionsabteilung und der Fertigung.⁴⁴⁾

Soweit es sich um DNC-Systeme handelt, sind sie „werkstattoffen“, d.h. das Programmiersystem ist steuerungs- und maschinenorientiert und damit auch für den Einsatz vor Ort geeignet. Darüber hinaus gibt es alternative DNC-Systeme, die prinzipiell kein integriertes Programmiersystem enthalten, so daß der DNC-Rechner lediglich die Funktion des „Datensammlers“ für mehrere numerische Steuerungen hat, an denen sämtliche Programmierfunktionen ausgeführt werden. Voraussetzung hierfür war die Entwicklung komfortabler CNC-Steuerungen und facharbeitergerechter Programmierverfahren, die das Werkstattpersonal bei der Programmierarbeit grafisch unterstützen und software-ergonomisch auf die Bedingungen in der Werkstatt abgestimmt sind.

Nach dieser Unterscheidung der am Markt angebotenen CAD/CAM-Systeme hinsichtlich ihres Potentials, entweder stark arbeitsteilige Formen des Arbeitkräfteeinsatzes tendenziell zu stabilisieren bzw. zu vertiefen oder aber den Betrieben breitere Gestaltungsspielräume offenzuhalten, soll im folgenden auf die konkreten arbeitsorganisatorischen Auswirkungen für die Arbeitnehmer eingegangen werden.

9.2.2 Auswirkungen arbeitsteilig ausgerichteter CAD/CAM-Systeme auf die Arbeitssituation in der Werkstatt

Bei der Mehrheit der in den qualitativen Betriebsrecherchen erfaßten Betriebe zeichnet sich in bezug auf arbeitsorganisatorische Auswirkungen der dort eingesetzten arbeitsteiligen CAD/CAM-Systeme folgendes Bild ab:

Bei schon bestehenden arbeitsteiligen Grundstrukturen scheint sich durch den Einsatz der zentralistisch ausgelegten CAD/CAP- oder DNC-Systeme kurzfristig und im Hinblick auf die Maschinenbediener nichts zu ändern. Die Anforderungen und Tätigkeiten an einzelnen Maschinenarbeitsplätzen bleiben für das Fertigungspersonal vergleichsweise unverändert. Dies betrifft vor allem das Verhältnis zwischen der zentralen Programmierung und den ergänzenden Korrektur- und Optimierungsfunktionen an den NC-Maschinen in der Werkstatt.

So beschreibt ein betrieblicher Experte seine Erfahrungen mit der DNC-Einführung in einer stark arbeitsteilig ausgelegten Angelernten-Fertigung: „Vorüberlegungen bezüglich der Arbeitsorganisation und dem Personaleinsatz braucht es bei der DNC-Einführung nicht zu geben. Es bleibt alles wie gehabt, nur Lochstreifentransporte und -verwaltung

44) Gestaltungsanforderungen an CNC-Steuerungen für Integrationskonzepte, die stärker auf das vor Ort gegebene Fachwissen setzen, sind bei Weber 1988 beschrieben. Inwieweit konkret angebotene und eingesetzte CNC- und Vernetzungskonzepte den Anforderungen zur Stützung des Qualifikationserhalts von Facharbeitern in der Werkstatt entsprechen, analysieren Blum und Hartmann (1988) bei sieben Herstellern und Anbietern von CNC-Steuerungen; demnach nehmen eindeutig facharbeiterorientierte Lösungen immer noch eine Sonderrolle ein.

fallen weg.“ In diesem Fall änderte sich deshalb an der Arbeitsorganisation im Grunde nichts, da bereits lange vor Einführung des DNC-Systems die früher vom Einsteller erledigte Programmierung in die Arbeitsvorbereitung verlagert worden war (Fall 1, Maschinenbau, 1200 Beschäftigte).

Generell aber, auf alle Tätigkeiten bezogen und auf lange Sicht, muß für die Zukunft von einer weiteren Beschränkung der Gestaltungsspielräume für die Werkstatt ausgegangen werden. Denn die von der technischen Auslegung her erforderliche ausschließliche Nutzung der Systeme in produktionsvorbereitenden Abteilungen und insbesondere die Programmierung im Büro (sei sie der Arbeitsvorbereitungsabteilung oder – beim Einsatz von CAD-Systemen mit integriertem NC-Modul – der Konstruktionsabteilung zugeordnet) impliziert eine Beschränkung des Tätigkeitsspektrums für das Werkstattpersonal auf ausführende Funktionen.

Hinzu kommen weitere, eher langfristig wirkende Potentiale integrierter CAD/CAM-Systeme, die zu fortlaufender Verminderung von Handlungsspielräumen und zum schleichenden Abzug von Kompetenzen aus der Werkstatt führen können: Zum einen wird die Qualität der Planvorgaben, hier vor allem der Konstruktionsdaten und NC-Programme, durch systematische und standardisierte Datenbestände nicht unerheblich verbessert; zum anderen erlaubt die Rechnerkopplung die Integration weiterer betrieblicher Funktionen wie Werkzeugvoreinstellung oder Qualitätskontrolle und im Zusammenhang damit das Zurückspielen modifizierter und korrigierter Planvorgaben an die verschiedenen Planungs- und Vorbereitungsinstanzen. Hierdurch ergibt sich langfristig die Möglichkeit einer weiteren Verbesserung der Planvorgaben, wodurch für das Werkstattpersonal bei zunehmender Einsatzdauer der Systeme die auf unzulängliche Planvorgaben zurückzuführenden Handlungsnotwendigkeiten und -freiheiten entfallen. Empirisch greifbar wird dies beispielsweise in der Abnahme organisationsbedingter Störungen und Unterbrechungen, in der Reduktion notwendiger Programmtests, im Entfallen von Optimierungsaufgaben und Nacharbeiten durch das Werkstattpersonal und in einer steigenden Routinisierung der Arbeitssituationen durch systematisierte Vorplanung.

Auf der anderen Seite kommt es bei diesen zentralistisch ausgelegten Systemen, quasi als komplementäres Gegenstück zum Abzug von Funktionen aus der Werkstatt, in den produktionsvorbereitenden Bereichen zu einem Kompetenzgewinn nicht nur wegen der mit Hilfe des neuen technischen Instrumentariums verbesserten Planungsfähigkeit, sondern auch wegen der Sogwirkung teurer und integrierter Systeme auf die noch frei verteilten Planungs- und Programmierarbeiten, die sich zentralisieren lassen. Deutliches Indiz hierfür ist das verschiedentlich zu beobachtende Austrocknen früher vorhandener Bereiche mit Werkstattprogrammierung.

Als Beispiel ist hier ein bereits stark arbeitsteilig differenzierter Betrieb aus der Eisen-, Blech- und Metallwarenbranche mit 200 Beschäftigten zu nennen, der in Massenfertigung einteilige bzw. einfache Erzeugnisse herstellt. Als Zulieferer der Automobilindustrie war man gezwungen, sich ein CAD-System anzuschaffen, an dessen CAD/NC-Kopplung derzeit gearbeitet wird. Mit der Realisierung dieser Kopplung in nächster Zukunft wird z. B. die im Moment noch in der Werkstatt erledigte Programmierung einer Drahterodiermaschine in ein zentrales Programmierbüro mit CAD-Arbeitsplatz verlagert (Fall 15).

In einem anderen Fall, einem Elektrotechnikbetrieb mit 650 Beschäftigten, ist geplant, in der im Hauptwerk gelegenen Konstruktionsabteilung die NC-Programme zentral erstellen zu lassen und per Datenfernübertragung direkt in die regional verteilten Fertigungsstätten und deren CAM-Bereich einzuspielen, so daß eine originäre Werkstattprogrammierung praktisch ausgeschlossen ist. Langfristig visiert man sogar die direkte Datenübergabe aus dem CAD-System in die CNC-Maschinen an; hierbei steht vor allem die Geometriedatenübergabe von Gesenkteilen an die Erodiermaschinen im Mittelpunkt des Interesses (Fall 26).

In direkter Korrespondenz zur datentechnischen Zentralisierung der gesamten dispositiven Arbeitsaufgaben steht – ähnlich den zuvor beschriebenen PPS-Systemen – die Erhöhung des Kontrollpotentials der vorgelagerten Dienste über den Werkstattprozeß. Sämtliche Abweichungen der Werkstatteleistungen von zentral erstellten Arbeitsvorgaben sind demnach nicht nur in terminlicher Hinsicht, sondern durch den Einsatz von CAD/CAM-Systemen auch im Hinblick auf die direkte technische Produkterstellung leichter als früher und teilweise bis ins Detail erkennbar. Von der Werkstatt ausgehende Datenzugriffe und -änderungen (etwa an NC-Programmen) können von den zentralen Instanzen relativ leicht transparent gemacht und – soweit als Verstöße interpretierbar – geahndet werden.

Zugleich wird es der Arbeitsvorbereitung möglich, die Zeitwirtschaft auf die exakten Grundlagen zurückgespielter und optimierter, d.h. faktisch ablaufender Arbeitsvollzüge zu stützen, ganz im Gegensatz zur früheren Situation, wo nur auf der Basis von ex ante-Daten und Erfahrungswerten, also näherungsweise, Zeitvorgaben gemacht werden konnten.

Darüber hinaus wird durch die Integrationsfreundlichkeit von DNC-Systemen gegenüber BDE-Systemen in Zukunft der DNC-Einsatz immer häufiger mit der Existenz eines BDE-Systems gekoppelt sein, so daß sich das Kontrollpotential zentraler betrieblicher Instanzen zusätzlich erhöht. Der direkte Zugriff auf Informationen über Prozeßunterbrechungszeiten, über verschiedene Betriebsarten der Maschine, über Gründe für deren Stillstände oder über den Zeitaufwand für Wartung und Instandhaltung wird – wie bereits beschrieben – die Überwachung des Leistungsverhaltens in der Werkstatt tendenziell verschärfen.

9.2.3 Auswirkungen alternativer CAD/CAM-Systeme auf die Arbeitssituation in der Werkstatt

Die noch relativ wenig verbreiteten und auch in unserem Sample lediglich bei einer Minderheit der Betriebe eingesetzten alternativen CAD/CAM-Systeme sind, wie gesagt, nicht auf eine bestimmte Form der Arbeitsorganisation festgelegt. Insofern lassen sie sich arbeitsorganisatorisch ebenso funktional-hierarchisch strukturierend einsetzen, wie die arbeitsteiligen CAD/CAM-Systeme. Ihre Auswirkungen auf die Arbeitssituation in der Werkstatt entsprechen dann im wesentlichen den zuvor beschriebenen. Sieht man aber von diesen Fällen des konservativen Umgangs mit alternativen CAD/CAM-Systemen ab, so bestehen für die Anwenderbetriebe hinsichtlich der organisatorischen Elastizität dieser Systeme im Prinzip zwei

Optionen:

- Einmal können diese Systeme an die gewachsenen und eingespielten Formen der Arbeitsorganisation ohne umfassende Restrukturierungsmaßnahmen angepaßt werden. Eigentliches Ziel ist es in diesen Fällen, die vorhandene Arbeitsorganisation auf eine effektivere Basis zu stellen. Hier scheinen dann auch die alternativen CAD/CAM-Systeme zunächst nur wenig an den jeweils vorhandenen betrieblichen Grundstrukturen zu ändern. Entscheidend bleibt dabei, inwieweit die Arbeitsorganisation bereits vor Einführung des CAD/CAM-Systems eher zentralistisch oder eher dezentral ausgelegt war.
- Auf der anderen Seite nutzen einzelne Betriebe die alternativen Konzepte aber auch für verschiedene Versuche und Experimente, herkömmliche arbeitsteilige Formen der Arbeitsorganisation, wenn auch nur für Teilbereiche, zu durchbrechen und einen Großteil der Planungs- und Programmierfunktionen in den Werkstattbereich zu verlegen. Diese neuen Formen der Arbeitsorganisation werden sich um so mehr durchsetzen, je dringlicher es im Zuge der veränderten Marktanforderungen wird, eine bessere Reagibilität der Werkstatt zu erreichen. So bieten die alternativen Systeme die Chance, ganzheitliche und qualifizierte Tätigkeiten in der Werkstatt zu erhalten oder zu schaffen.

Ein Maschinenbaubetrieb, in dem hochkomplexe Erzeugnisse nach Kundenspezifikation gefertigt werden, plant z. B., in einem werkstattnahen Programmierbüro einen CAD-Arbeitsplatz zu installieren, der auch von den Maschinenbedienern benutzt werden kann. Da die zentrale NC-Programmierung der Arbeitsvorbereitung im Zuge gesamtbetrieblicher Reorganisationsmaßnahmen abgeschafft wurde, sollen die Geometriedaten und -zeichnungen dem Werkstattpersonal selbst als grafische Hilfe für ihre Programmierarbeiten zur Verfügung gestellt werden (Fall 25, 550 Beschäftigte).

In Betrieb 53, einem Maschinenbaubetrieb mit 6.000 Beschäftigten, werden gleichfalls Experimente mit Methoden der Dezentralisierung angestellt; als Pionierbetrieb der Werkstattprogrammierung verwendet man hier einheitliche Benutzeroberflächen für NC-Programmiersysteme und CNC-Steuerungen, um den Maschinenbedienern die Programmierung zu erleichtern.

Die Verwirklichung einer geeigneten, das Werkstattpersonal tendenziell nicht dequalifizierenden Mischung aus Büro- und Werkstattprogrammierung wurde in Fall 51 erreicht, einem Großbetrieb des Maschinenbaus. In der Fertigung, in der eine große Anzahl von CNC-Maschinen eingesetzt ist, werden einfachere Teile in Mittel-, Klein- und Kleinstserien in der Werkstatt vom Werkstattpersonal programmiert; in anderen Teilen der Produktion läuft die Besetzung der Arbeitsplätze von Maschinenbedienern und Programmierern nach dem Rotationsprinzip ab.

Viele Argumente sprechen für die Wirtschaftlichkeit und Effizienz von Werkstattprogrammierung auch beim Einsatz von gekoppelten CAD-NC- bzw. DNC-Systemen. Tendenzen in Richtung auf Produkt- und Variantenvielfalt und kleinere Serien können den Einsatz alternativer CAD/CAM-Systeme und dezentrale Formen der Programmierung stützen.

Ob sich solche Trends langfristig durchsetzen, bleibt momentan noch offen und ist letztendlich von den Stoßrichtungen des betrieblichen Rationalisierungsprozesses abhängig.

9.3 Stoßrichtungen des Rationalisierungsprozesses

Faßt man die Ergebnisse der Analysen zur CAD/CAM- und zur PPS-Vernetzungslinie zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

- Dominanter Trend ist der Abzug planender, steuernder und organisierender Funktionen von der ausführenden Ebene. Dies geschieht einmal – technisch – über die Automatisierung solcher Funktionen und zum anderen – organisatorisch – über deren Verlagerung in die technischen Büros oder aber auf zentrale Instanzen innerhalb der Werkstatt.
- Nur eine Minderheit der Betriebe geht den alternativen Weg der systematischen Nutzung des Erfahrungswissens und der Kompetenzen der ausführenden Ebene. Sowohl das Automatisierungsniveau der Planungs- und Steuerungssysteme als auch die Ausgestaltung der fachlichen und funktionalen Arbeitsteilung wird darauf zugeschnitten.

Im folgenden soll nun versucht werden, Betrieb und Arbeitsorganisation in der Produktion als Ganzes zu betrachten und den Blickwinkel auf das Aggregationsniveau gesamtbetrieblicher Strategien der technischen und organisatorischen Rationalisierung zu richten.

Basis der Analysen sind die Kurzrecherchen in etwa fünf Dutzend Betrieben und innerhalb dieser wiederum Beispiele eher fortgeschrittenen Technischeinsatzes. Bezugspunkte sind einmal die Entwicklung der fachlichen und funktionalen Arbeitsteilung in der Produktion und zum anderen die Rationalisierungskonzepte der befragten Manager.

Nach den Veränderungstendenzen der Arbeitsteilung und den jeweils vorherrschenden Rationalisierungsstrategien lassen sich drei Typen von Betrieben unterscheiden⁴⁵⁾ (vgl. Bild 9.05).

- **Strukturkonservative** Betriebe streben eine Stabilisierung oder sogar den Ausbau der bestehenden fachlichen und funktionalen Arbeitsteilung an. Insofern dominieren tayloristische Rationalisierungsstrategien.
- **Strukturverändernde** Betriebe operieren ähnlich dem strukturkonservativen Gegenpart mit tayloristischen Rationalisierungsprinzipien, experimentieren jedoch in Teilbereichen der Produktion hinsichtlich der fachlichen und teilweise auch der funktionalen Arbeitsteilung mit alternativen Strukturen.
- **Strukturinnovative** Betriebe weichen in zentralen Produktionsbereichen durchgängig vom tayloristischen Rationalisierungsparadigma ab. Die betriebliche Arbeitsteilung wird nicht nur in ihrer fachlichen, sondern auch in ihrer funktionalen und hierarchischen Dimension abgebaut.

45) Die gewählte Dreiteilung geht zurück auf Hirsch-Kreinsen, von Behr 1988.

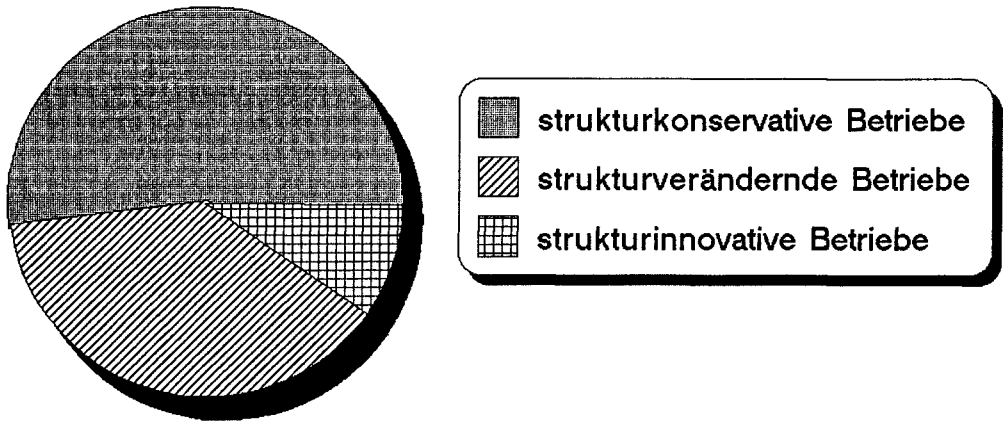


Bild 9.05: Betriebe nach vorherrschender Rationalisierungsstrategie

Im folgenden sollen die gemeinsamen Merkmale der drei Betriebstypen näher erläutert werden. Im Anschluß daran wird in knappen Falldarstellungen versucht, betriebliche Rahmenbedingungen, Rationalisierungskonzepte und Veränderungstendenzen in zentralen Produktionsbereichen darzulegen. Um der Varianz der Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen, wird jeweils ein Massen- bzw. Großserienfertiger einem Einzel- bis Mittelserienfertiger gegenübergestellt.

Gut die Hälfte der rund fünf Dutzend untersuchten Fälle ist dem **strukturkonservativen Betriebstyp** zuzurechnen. In diesen Betrieben werden bereits bestehende, ausdifferenzierte, zentralistisch-bürokratische Strukturen erhalten oder noch weiter ausgebaut; dies geht einher mit hoher funktionaler und fachlicher Arbeitsteilung, die sich in der Trennung von planenden, steuernden und ausführenden Aufgaben und einer weitgehenden Spezialisierung des Fertigungspersonals niederschlägt. An diesen Formen der Arbeits- und Betriebsorganisation richtet sich sowohl die Auswahl als auch die Gestaltung des Einsatzes von CIM-Komponenten aus. Infolge des Rechneinsatzes werden in diesen Betrieben die mehr oder weniger ausgeprägt arbeitsteiligen organisatorischen Strukturen gestützt und partiell sogar noch verstärkt.

In dieser Kategorie findet sich etwa ein Betrieb der Eisen-, Blech- und Metallwarenbranche (Fall 15), dessen Produktspektrum durchgängig aus einteiligen bzw. einfach strukturierten Stahl- und Kunststoffteilen besteht, die in Massenfertigung mit Seriengrößen von 500 bis zu mehreren Millionen Stück hergestellt werden. Diese Produktstruktur spiegelt sich auch im Arbeitssystem wider. So weist der Betrieb mit seinen 200 Beschäftigten eine stark ausdifferenzierte Abteilungsgliederung auf, die sich grob in zwei Bereiche unterteilen läßt: In der Produktion (z. B. Stanzerei, Kunststoffspritzerei) sind überwiegend Un- oder Angelernte eingesetzt, die bei komplexeren Tätigkeiten von Facharbeitern unterstützt werden; die produktionsnahen Dienste, wie z. B. Werkzeug- und Formenbau oder Qualitätskontrolle sind demgegenüber zu fast 100 % von Facharbeitern besetzt.

Als Zulieferer des Maschinenbaus, der elektrotechnischen Industrie und vornehmlich der Automobilbranche ist der Betrieb mit einem Absatzmarkt konfrontiert, der zum einen durch eine starke Konkurrenz mit anderen Produzenten und zum anderen durch übermächtige Abnehmer charakterisiert ist. Neben den Zielsetzungen Termintreue und Lagerreduzierung, die durch Prozeß- bzw. Absatzmarktgegebenheiten induziert sind, stellt die Transparenz über das Betriebsgeschehen ein zentrales Anliegen des Managements dar. Insofern wird der horizontalen Vernetzung über ein PPS-System hoher Wert beigegeben.

Der Betrieb setzt seit 2 Jahren neben zwei CNC-Fräsmaschinen auch 10 Handhabungsgeräte für einfachere Einlege- und Sortiertätigkeiten ein und plant innerhalb der nächsten zwei/drei Jahre die Installation von CAD-, CAP-, CAQ- und BDE-Systemen. Mit diesen Automatisierungstechniken wird explizit die Strategie verfolgt, die gesamten planenden und dispositiven Tätigkeiten in der Arbeitsvorbereitung zu zentralisieren, um somit von den Fähigkeiten und dem „Gutdünken“ der Maschinenbediener unabhängig zu werden. In diesem Sinne soll die ohnehin schon unbedeutende Werkstattprogrammierung mit der Einführung des CAD-Systems in die Arbeitsvorbereitung verlagert werden. Mit Hilfe eines BDE-Systems soll das in der Fertigung vorhandene Wissen in bezug auf Störfälle in Computersysteme integriert und langfristig in der Arbeitsvorbereitung genutzt werden.

Zusammenfassend kann man Ziel und Strategie bezeichnen als einen weiteren, mit Hilfe von CIM-Komponenten bewußt geplanten Ausbau der funktionalen – unter Beibehaltung der hohen fachlichen – Arbeitsteilung bei zunehmendem Kontroll- und Freisetzungspotential. Solche strukturkonservativen Rationalisierungsstrategien finden sich in unserem Sample auch bei hochautomatisierten Betrieben des Maschinenbaus.

Ein Unternehmen dieser Branche produziert relativ komplexe Programmierzeugnisse in hoher Variantenzahl und mit kundenspezifischen Anpassungen (Fall 57, ca. 1.400 Beschäftigte). Die Firma befindet sich seit langen Jahren auf einem stetigen Expansionskurs und setzt eine breite Palette von CIM-Komponenten ein. Im näher untersuchten Zweigwerk des Unternehmens werden zylindrische und rechteckige Gußteile in Linienfertigung bearbeitet. Dazu werden fast durchgängig flexible Fertigungssysteme eingesetzt; auch der Transport zwischen den Systemen ist weitgehend automatisiert. Die Steuerung der Auftragsbearbeitung erfolgt über eine ausdifferenzierte und zentralistisch strukturierte Rechnerhierarchie. Die Programme der Maschinensteuerungen werden im Büro erstellt und über DNC an die Maschinen übertragen.

Die Betriebs- und Arbeitsorganisation wurde hochgradig arbeitsteilig ausgelegt, obwohl der Betrieb sich auf eine gut ausgebildete Facharbeiterbelegschaft stützen kann. So werden nicht nur planende und steuernde Aufgaben, sondern auch die Instandhaltung, Werkzeugvoreinstellung etc. ausschließlich von spezialisierten Dienststellen ausgeführt. Die fachliche Arbeitsteilung innerhalb der flexiblen Systeme ist stark ausgeprägt. Zum Aufspannen der Teile werden angelernte Arbeitskräfte eingesetzt. Für die Vorrichtung der Paletten und das Umrüsten einzelner Maschinen sind jeweils darauf spezialisierte Facharbeiter zuständig. Springer decken Personalausfälle ab. Im nächsten Automatisierungsschritt fallen die Arbeitsplätze der Aufspanner vermutlich weg. An eine Reintegration der hochdifferenzierten Aufgaben und an Formen der Gruppenarbeit wird nicht gedacht.

Traditionelle Methoden der Differenzierung, Spezialisierung und Kontrolle spielen auch in einem weiteren guten Drittel der Betriebe eine vorherrschende Rolle. Im Gegensatz zum strukturkonservativen Betriebstyp experimentieren die **strukturverändernden Betriebe** jedoch mit aufbau- und ablauforganisatorischen Prinzipien, die mit den herkömmlichen tayloristischen Verfahren brechen. Die Suche nach Alternativen ist allerdings auf einzelne Betriebsbereiche oder Techniklinien beschränkt.

In diesem Sinne beginnen die strukturverändernden Betriebe den betriebs- und arbeitsorganisatorischen Experimentierprozeß meist in Fertigungsbereichen, in denen besondere Anforderungen gestellt werden; so z. B. in Werkstätten, in denen vom Fertigungspersonal entweder extreme Präzision oder Schnelligkeit und Reagibilität verlangt wird. Verschiedentlich verlaufen diese Experimente in betriebswirtschaftlicher und personalwirtschaftlicher Hinsicht so erfolgreich, daß sie schrittweise auf weitere Teile der Fertigung ausgedehnt werden.

Besonders deutlich läßt sich das Vorliegen unterschiedlicher Arbeitseinsatzkonzepte und Rationalisierungsstrategien innerhalb ein und desselben Unternehmens an einem Konzern der Elektronikbranche anhand von Beispielen aus zwei Zweigwerken zeigen (Fälle 44/47).

In Zweigwerk A mit 1.200 Beschäftigten wird die Fertigungsfeinplanung und -steuerung ausgeprägt arbeitsteilig und zentralistisch gefahren. An anderer Stelle im selben Werk, nämlich an einer hoch automatisierten Bestückungslinie, ist dagegen eine Art der Arbeitsorganisation verwirklicht, die sich dem Begriff der Strukturveränderung zuordnen läßt; als Voraussetzung für die Reintegration von Reparatur-, Instandhaltungs- und Einrichtungarbeiten (Abbau der funktionalen Arbeitsteilung) wurde ein hybrider Qualifikationstypus geschaffen, in dem Mechanik-, Elektronik-, Hydraulik- und Pneumatikkenntnisse vereint sind (Abbau der fachlichen Arbeitsteilung) (Fall 44).

Konträr dazu ist an einer identischen Bestückungslinie in dem anderen Zweigwerk B die Arbeitsteilung ziemlich stark ausgebaut (Fall 47).

Die Rahmenbedingungen dagegen – Produkt- und Prozeßkomplexität, bestehende Fertigungs- und Personalstruktur – sind in beiden Fällen ähnlich gelagert: in beiden Werken handelt es sich bei den hergestellten Produkten um einfache Erzeugnisse; das impliziert, daß auch die Prozeßkomplexität nicht sehr hoch einzustufen ist; schließlich dominiert eine Belegschaftsstruktur, die als Un- bzw. Angelerntenfertigung charakterisiert werden kann.

Als ein weiteres Beispiel kann hier ein Maschinenbaubetrieb mit 700 Beschäftigten stehen, in dem komplexe Programmerzeugnisse nach kundenspezifischer Variation überwiegend von einer Facharbeiterbelegschaft in Einzel- und Kleinserie hergestellt werden. Häufige und kurzfristige Wechsel in den Marktanforderungen zwingen den Betrieb dazu, eine weitere Verringerung der Durchlaufzeiten und die Steigerung der Termintreue anzustreben. Dafür sollen die dezentral in den Werkstätten gelegenen Arbeitsverteilernstellen mit Terminals ausgestattet werden, an denen die Terminer – näher an der Produktion – eigenständig Aufträge abrufen und an die Maschinenbediener verteilen können.

Zur Erhöhung der Flexibilität wurde in mehreren Produktionsbereichen (so z. B. in der CNC-Blechbearbeitung, in der Montage und an einer flexiblen Fertigungszelle) damit begonnen, die Arbeitsorganisation in Richtung selbststeuernder Arbeitsgruppen umzustellen. Diesen Gruppen wird die Gelegenheit gegeben, am Bildschirm ihren Arbeitsvorrat aufzulisten und selbständig zu verplanen. Weiterhin wird über Versuche mit innerbetrieblichen Just-in-time-Konzepten einzelnen Teams die Planungskompetenz, aber auch die Verantwortung für Termine übertragen. Auch die Bildung von Qualitätszirkeln ist für die nächste Zeit geplant. In anderen Betriebsbereichen ergab sich dagegen eher eine Zentralisierung von Kompetenzen: Das PPS-System gibt hier detaillierte Auftragsreihenfolgen für die Werker vor. Für die zukünftige Fertigungsbelegschaft insgesamt wird eine Qualifikation zwischen Facharbeiter- und Technikerstatus angestrebt. Dies nicht zuletzt

weil bei einer Polarisierung der Belegschaft in „Knöpfchendrucker und Weißkittel“ die Akzeptanz von Seiten der Facharbeiterbelegschaft nicht gegeben wäre (Fall 41).

Das verbleibende Zehntel der Untersuchungsfälle läßt sich dem **struktur-innovativen Betriebstypus** zuordnen. Hierbei handelt es sich um Betriebe, in denen nicht nur abteilungs- oder arbeitsgruppenweise mit alternativen Formen der Arbeitsorganisation experimentiert, sondern der gesamte Produktionsbetrieb in Richtung auf nicht-tayloristische, ganzheitliche und qualifizierende Arbeitsformen hin umstrukturiert wird. Dies bedeutet in der Regel eine qualifikatorische Aufwertung der ausführenden Arbeit als Folge einer (Re-)Integration von dispositiven Funktionen, die in der Vergangenheit zumeist von der Arbeitsvorbereitung wahrgenommen wurden. Dies bedeutet auch den Einsatz von werkstatt- und facharbeiterorientierten CIM-Technologien, wie sie z. B. bereits für manuelle Programmierung oder PC-gestützte Verfahren der Fertigungsfeinsteuerung und Ablaufsimulation angeboten werden.

Beispiele für solche Reorganisationsmaßnahmen finden sich insbesondere dort, wo die Funktionen der Arbeitsvorbereitung zugunsten der Werkstatt im Sinne einer Dezentralisierung von Planungs- und Entscheidungskompetenzen reduziert werden. Beispielhaft sind Betriebe mit durchgängigen Fertigungsinselstrukturen, in denen betriebsorganisatorische Veränderungen, wie der Übergang zur gruppentechnologischen Ablauforganisation, mit arbeitsorganisatorischen Experimenten in Richtung auf qualifizierte Gruppenarbeit miteinander kombiniert werden. Eine durchgängige Rücknahme der funktionalen und fachlichen Arbeitsteilung konnte aber auch in Betrieben mit klassischer Werkstatt- oder Linienfertigung ausgemacht werden. Den Anlaß für derart „radikale“ Umgestaltungen bilden oftmals dramatische Unternehmenskrisen, die u.a. auf zu hohe Gemeinkostenbelastungen zurückgehen.

So war in einem Elektrotechnik-Betrieb, der als Hersteller spezieller Leistungshalbleiter und komplexer Baugruppen eine Marktnische belegt, vor einigen Jahren die wirtschaftliche Lage derart fatal, daß man sich ohne umfassende Änderung der Arbeitskräftepolitik keine grundlegende Verbesserung erhoffte. In diesem 600 Beschäftigte zählenden Betrieb zeichnet sich der Produktionsprozeß durch zwei unterschiedliche Fertigungsprinzipien aus: die Produktion der Chips läuft relativ autonom und unbeeinflussbar vom Menschen in einer kontinuierlichen Prozeßfertigung ab; anschließend werden die Chips in einer als Linie organisierten Montageabteilung in die jeweilige Baugruppenumgebung integriert.

Der Betrieb kann seine Produktion aus zwei Gründen nicht hoch automatisieren: Zum einen wären die notwendigen Automaten gegenwärtig und auf absehbare Zeit zu teuer und unwirtschaftlich und zum anderen ergibt sich immer wieder die Notwendigkeit, nachträglich auf Kundenwünsche adäquat eingehen zu müssen. Um diesen Marktanforderungen gerecht zu werden, setzt die Firma, ausgehend von einem als Angelerntenfertigung zu charakterisierenden Arbeitssystem, vorrangig auf das Flexibilitätspotential Mensch. Dieser Philosophie entsprechend verfolgt der Betrieb eine ausgeprägte Qualifizierungs- und Restrukturierungspolitik, in der die größtenteils ungelerten weiblichen Montagearbeitskräfte systematisch auf freiwilliger Basis in Richtung auf eine qualifiziert-homogene Belegschaft geschult werden. Den Arbeiterinnen sollen die Gelegenheit und die qualifikatorischen Voraussetzungen dafür gegeben werden, sowohl die Arbeitsaufgaben untereinander relativ frei zuzuordnen, als auch ehemals ausgelagerte Tätigkeiten, wie z. B. Meß-

systemvorbereitung, Transportaufgaben, Qualitätskontrolle und Instandhaltungsarbeiten selbstverantwortlich durchzuführen.

Um diese Politik und die dadurch möglich gewordenen Handlungsspielräume nicht zu gefährden, wurde im PPS-System auf eine rigide Reihenfolgeplanung mit Arbeitsgangterminierung verzichtet. Analog hierzu begnügt man sich hinsichtlich der BDE mit der Rückmeldung personenunabhängiger Daten auf der Ebene von Auftragsbündeln an mehreren, über den Betrieb verteilten Meldepunkten; schließlich werden diese Daten aufgrund der Tatsache, daß alle Arbeitnehmer(innen) im Zeitlohn beschäftigt sind, nicht zur Lohnfindung verwendet (Fall 40).

Vergleichbar dem gerade beschriebenen Fall lag auch bei Betrieb 25, einem Maschinenbaubetrieb mit 550 Beschäftigten, vor der Reorganisation der Fertigung eine krisenhafte Destabilisierung in Form einer „ungünstigen Kostensituation der eigenen Fertigung“ vor, die beinahe vor dem Konkursverwalter endete. Unter der Aufsicht eines dominanten Geschäftsleiters wurde die Produktion von komplexen, in Einzel- und Kleinserie gefertigten Programmierzeugnissen grundlegend in Richtung auf die Reintegration von Disposition und Ausführung und einen flexiblen Arbeitskräfteeinsatz reorganisiert. Die Arbeitsvorbereitung wurde wegen der hohen Overheadkosten bis auf eine Rumpfmannschaft reduziert. Durch „Herausziehen des Steckers von heute auf morgen“ wurde sie ihres zentralistischen PPS-Totalplanungssystems beraubt, da dieses nach den Aussagen unserer Gesprächspartner niemals die betriebliche Wirklichkeit angemessen abbildete und „nur Schrott“ lieferte.

Früher funktional aus der Werkstatt ausgegliederte Funktionen wie NC-Programmierung, Werkzeugvoreinstellung, Wartung, Qualitätskontrolle und dispositive Aufgaben wurden in den Aufgabenbereich der einzelnen Kostenstellen reintegriert. Zukünftig soll dem Werkstattpersonal über einen grafikfähigen Bildschirm im werkstattnahen Programmierbüro die Programmierung über eine Geometriedatenüberspielung aus dem CAD-System erleichtert werden. Die fachliche Arbeitsteilung wurde im Zeichen der Umstrukturierung in zweierlei Weise reduziert: Einerseits wurden die eher repetitiven und gering qualifizierten Hilfsfunktionen wie Entgraten und Transport in den Aufgabenbereich der Maschinenbediener integriert. Andererseits wurden diese so breit qualifiziert, daß sie in kürzester Zeit in weiten Bereichen der Fertigung und sogar der Montage um- und einsetzbar sind.

Parallel dazu modernisierte man die Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen, Bearbeitungszentren und flexiblen Fertigungszellen, einer CNC-gesteuerten Stanzmaschine und – im teach-in-Verfahren programmierten – Schweißrobotern, so daß nunmehr 90 % der Fertigungskapazität über CNC-gesteuerte Maschinen läuft. Bei dem eingesetzten PPS handelt es sich in erster Linie um ein reines Informationssystem, bei dem weder Auftragstermin- noch Reihenfolgevorgaben automatisch errechnet werden.

9.4 Rahmenbedingungen und Implementationsprozesse

Das Ergebnis der Typisierung der Untersuchungsbetriebe läßt sich wie folgt resümieren: Die Mehrheit der Betriebe verfolgt traditionelle tayloristische Rationalisierungsstrategien der Verfestigung oder sogar Vertiefung der fachlichen und funktionalen Arbeitsteilung bei gleichzeitigem Ausreizen der Möglichkeiten zur Automatisierung. Eine starke Minderheit der

Betriebe experimentiert in bestimmten Betriebsbereichen mit neuen Wegen und nur eine kleine Minderheit hat durchgängig über die gesamte Fertigung bzw. den ganzen Betrieb alternative Strukturen realisiert.

Eine nähere Analyse unserer Betriebsfälle zeigt, daß ein großes Bündel an Faktoren auf die Entwicklung und Ausgestaltung der jeweils vorherrschenden betrieblichen Rationalisierungsstrategie einwirkt. Dazu gehören externe Rahmenbedingungen des Betriebes (z. B. Absatz- und Arbeitsmarkt) ebenso wie die betrieblichen Binnenstrukturen. Von besonderer Bedeutung sind – wie im folgenden gezeigt werden soll – die Implementationsstrukturen und -prozesse beim Einsatz von CIM-Komponenten und ihrer Vernetzung. Infolge des Vorliegens meist mehrerer – und zum Teil widersprüchlicher – Konstellationen ist es nicht möglich, eindeutige Kausalbeziehungen zwischen einzelnen Bedingungen und einem bestimmten Rationalisierungstyp aufzuzeigen. Doch kann in eingeschränktem Maße die Richtung aufgezeigt werden, in die eine bestimmte Variable wirkt.

9.4.1 Rahmenbedingungen

Die Entwicklung auf dem **Absatzmarkt** kann in doppelter Weise eine Rolle spielen. Über einen längeren Zeitraum betrachtet, spiegeln sich die Strukturen des Absatzmarktes eines Betriebes immer auch in den Strukturen seines Produktionsprozesses wider. Erzeugnisspektrum und Erzeugnisstruktur legen jeweils spezifische fertigungstechnische und -organisatorische Lösungen nahe. Wenn sich nun die Anforderungen des Absatzmarktes in Richtung auf Variantenvielfalt und kurze Lieferfristen verändern, kommt es zu Inkongruenzen mit den Strukturen des Produktionsprozesses. Die Zunahme der Prozeßkomplexität kann zu einer Neubewertung des Flexibilitätspotentials des Produktionsfaktors Arbeitskraft und zu Experimenten mit ganzheitlichen Arbeitsformen führen.

Die Absatzmarktentwicklung ist auch im Hinblick auf die Ertragslage des Unternehmens von Bedeutung. Rentabilitätskrisen können zu Verschiebungen der innerbetrieblichen Machtkonstellationen führen und neue Wege in der Gestaltung der Betriebs- und Arbeitsorganisation provozieren. So kennzeichnet alle strukturinnovativen Betriebe unseres Samples das Vorliegen einer geradezu dramatischen Krisensituation als Ausgangspunkt des betrieblichen Reorganisationsprozesses.

Ein weiterer wesentlicher Faktor ist das **Arbeitskräfteangebot auf den betrieblichen Arbeitsmärkten**. In Betrieben mit dominierendem Angelernteneinsatz setzt der Umstieg auf neue Arbeitsstrukturen in der Regel intensive und breit angelegte Qualifizierungsprozesse voraus. In Betrieben mit dominierendem Facharbeitereinsatz dagegen sind die für die Reintegration von dispositiven und ausführenden Aufgaben erforderlichen Qualifikationen und Motivationen eher vorhanden. Angelerntendominanz oder Facharbeiterdominanz korrespondieren eng mit der Branchenzugehörigkeit der Betriebe und der hier jeweils gegebenen Produkt- und Prozeßkomplexität.

Das **Arbeitskräfteangebot auf dem externen Arbeitsmarkt** interveniert in ähnlicher Weise. Bei Zugriffsmöglichkeiten auf Facharbeiter bestehen eher Chancen für eine Reorganisation der Fertigung in Richtung auf alternative Arbeitsformen, während Fachkräftemangel – wie er auch in der quantitativen Erhebung von einer Vielzahl von Betrieben artikuliert wurde – eher Tendenzen in Richtung auf strukturkonservatives Vorgehen verstärken dürfte. So gingen zwei von uns untersuchte Betriebe der Unterhaltungselektronik bei vergleichbarem Produkt und fast identischer Technik entgegengesetzte Wege der Arbeitsstrukturierung. Ausschlaggebend für das in dem einen Werk realisierte Modell qualifizierter Gruppenarbeit war eine recht günstige Lage auf dem regionalen Arbeitsmarkt.

Wie bereits in Kapitel 8 deutlich wird, spielt das **Automatisierungsniveau** eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Analog zu den Auswertungen der Breitenerhebung zum Zusammenhang zwischen Technikintensität und Rückgang bzw. Zunahme der Arbeitsteilung zeigt sich auch bei den Betriebsfallstudien ein Zusammenhang zwischen dem Grad des Technikeinsatzes und der Rationalisierungsstrategie. Dafür können mehrere Gründe ausschlaggebend sein. Wie oben am Beispiel der PPS- und CAD/CAM-Systeme gezeigt, werden mehrheitlich auf Zentralisierung orientierte Techniken eingesetzt und entsprechend genutzt. Auch die in einigen der hochtechnisierten Betriebe vorherrschenden Visionen der „mannlosen Fabrik“ können bei der Verfolgung tayloristischer Rationalisierungsstrategien eine Rolle spielen. Auffallend ist, daß drei der fünf strukturinnovativen Betriebe CIM-Komponenten eher vorsichtig einsetzen. Dies entspricht ausdrücklichen Strategien des Managements, Flexibilität und Produktivität nicht über die Ausschaltung des Menschen aus dem Produktionsprozeß, sondern über eine sinnvolle Kombination von Arbeit und Technik zu erreichen.

Auch die **Betriebsgröße** scheint eine Rolle zu spielen. Interessanterweise sind strukturverändernde und strukturinnovative Rationalisierungsstrategien eher in Betrieben mit 500 bis 1.000 Beschäftigten zu finden, weniger dagegen in Betrieben mit unter 500 oder über 1.000 Beschäftigten. Besonderes Gewicht erhält diese Tendenz dadurch, daß sogar vier der fünf strukturinnovativen Betriebe in dieser mittleren Betriebsgrößenklasse liegen. Möglicherweise ist in solchen Betrieben der Ausbau der Zentralinstanzen groß genug, um neue Konzepte zu entwickeln und durchzusetzen; sie sind aber noch nicht zu groß in dem Sinne, daß Zentralisierungsinteressen des mittleren Managements (z.B. der traditionell auf Prozeßbeherrschung ausgerichteten Arbeitsvorbereitung) Alternativen wirksam blockieren könnten.

Auch die **Abhängigkeit von Großkunden und Konzernzentralen** kann die Ausrichtung von Rationalisierungsstrategien beeinflussen. In unserer Untersuchungssample wurden in Einzelfällen Kaufentscheidungen von technischen Systemen aufgrund der Vorgaben von Großkunden auch gegen die Interessen des betrieblichen Managements durchgesetzt. Inwieweit mit der Verordnung einer bestimmten Technik bzw. eines bestimmten Systems auch arbeitsorganisatorische Implikationen verbunden sind,

hängt unter anderem davon ab, in welchem Maße die jeweilige Technik eher zentralistisch-arbeitsteilige oder eher werkstatt- und bedienerorientierte Lösungen favorisiert. Wenn solche Systeme auf arbeitsteilige Strukturen zugeschnitten sind, werden auf diesem Weg in der Regel zentralistische Organisationskonzepte in die Betriebe hineintransportiert.

9.4.2 Implementationsstrukturen und -prozesse

Wie eingangs erwähnt, sind die benannten Zusammenhänge nicht deterministisch zu interpretieren. Diese Bedingungen und Faktoren sind vielmehr als einzelne Impulse zu verstehen, die in die eine oder andere Richtung drängen, aber auch von anderen Zusammenhängen konterkariert werden können. Entscheidend ist, daß sich die unterschiedlichen Strategien technischer und sozialer Rationalisierung nicht zulänglich von den internen und externen Rahmenbedingungen der Betriebe her erklären lassen. So finden sich bei vergleichbaren Merkmalskonstellationen durchaus unterschiedliche Lösungsstrategien betrieblicher Problemlagen. Ohne Zweifel spielen die Implementationsstrukturen und -prozesse beim Einsatz von CIM-Komponenten und ihrer Vernetzung für die Ausrichtung der betrieblichen Rationalisierungsstrategie und damit für die Entwicklung der Betriebs- und Arbeitsorganisation eine zentrale und durchaus eigenständige Rolle. Von Bedeutung sind dabei folgende Dimensionen: Planungskonzepte (Technik, Organisation, Personal), Planungsinstanzen (Fertigung, mittleres Management, Topmanagement), Planungskompetenz (innerbetrieblich, überbetrieblich), Partizipation (Betroffene, Interessenvertreter) etc.

Hinsichtlich dieser Dimensionen lassen sich bei den strukturkonservativen, strukturverändernden und strukturinnovativen Betrieben jeweils bestimmte Merkmalskonstellationen ausmachen. Für die den einzelnen Betriebstypen zugeordneten Untersuchungsfälle treffen nicht notwendigerweise alle, aber immer mehrere der benannten Charakteristika zu.

Bei **strukturkonservativen Betrieben** häufen sich folgende Merkmalskonstellationen:

- Bilden von Projektteams vor allem aus Mitarbeitern der technischen Büros und der Arbeitsvorbereitung; für diese entstünden aus Dezentralisierungsprozessen im Sinne einer Reintegration von Disposition und Ausführung auf Werkstattebene im jeweiligen eigenen Arbeitsbereich Nachteile (Abzug von Personal, Machtverlust, Verlust der Prozeßkontrolle etc.), weshalb eher konservierende Lösungen bevorzugt werden;
- Zusammensetzung des Projektteams eher aus Vertretern des mittleren Managements, die oftmals die Arbeit neben ihrem Tagesgeschäft erledigen müssen und aufgrund der begrenzten Ressourcen in konventionellen Bahnen planen und implementieren;
- die Dominanz rein technischer Fragestellungen bei der Einführung neuer Techniken, die sich etwa nur auf das technisch optimale Zu-

sammenwirken der Komponenten, auf die Auslegung der Hard- und Software, auf Schnittstellenfragen etc. beziehen;

- dem entspricht oftmals (besonders in kleineren Betrieben) die Dominanz eines großen und übermächtigen Computer-Systemherstellers, dessen Konzepte häufig an großbetrieblich-arbeitsteiligen Strukturen ausgerichtet sind;
- hohe Relevanz der Ziele Hochautomatisierung, zentralistischer Prozeßbeherrschung und Kontrolle und Auswahl entsprechender Techniken;
- traditionelle Verfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnung, die weitgehend lediglich indirekt quantifizierbare Größen, wie z.B. Flexibilität, ausklammern und damit stark arbeitsteilige und auf die Einsparung von Personalkosten ausgerichtete Strukturen favorisieren;
- die betroffenen Arbeitnehmer, ihre unmittelbaren Vorgesetzten sowie Vertrauensleute und Betriebsräte werden weitgehend vom Planungsprozeß ausgeschlossen.

Bei den **strukturverändernden Betrieben** des Untersuchungssamples waren dagegen andere Merkmalskonstellationen anzutreffen:

- hinsichtlich der jeweils relevanten Fachbereiche breit angelegte und mit mehr oder weniger umfangreichen, aber in der Regel ausreichenden sachlichen und zeitlichen Ressourcen ausgestattete Projektteams;
- frühzeitiges Einbeziehen von arbeitsorganisatorischen Fragestellungen in die Planungskonzepte und Durchdenken verschiedener Alternativlösungen;
- Kooperation zwischen Systemhersteller und Anwender auf der Basis detaillierter Pflichtenhefte;
- Schwerpunkt des Einsatzes von CIM-Komponenten im Fertigungsbereich und eher werkstattorientierte Rechnerkonzepte;
- Dominanz der Zielsetzungen „Steigerung der Termintreue“ und „Erhöhung der Flexibilität am Markt“;
- mehr oder weniger ausgeprägte Beteiligung der betrieblichen Interessenvertretung am Planungs- und Einführungsprozeß.

Bei den **strukturinnovativen Betrieben** kommen zu den eben genannten Merkmalen in der Regel zusätzliche hinzu. Von Bedeutung sind vor allem folgende Zusammenhänge:

- dauernde Beteiligung und Dominanz des Topmanagements im Implementationsprozeß, das sich teilweise in internen Machtkämpfen gegen innerbetriebliche „Fürstentümer“ durchsetzen muß;
- Strategien des Offenhaltens von Optionen, vor allem über die planmäßige Steigerung des betrieblichen Qualifikations- und Flexibilitätpotentials;
- Antizipation zu erwartender externer Probleme (z. B. hinsichtlich Fachkräftemangels) und frühzeitiges Ergreifen von Gegenmaßnahmen;
- umfassende Einbeziehung der von Umstellungen betroffenen Arbeiter, ihrer Vorgesetzten und der betrieblichen Interessenvertreter.

Betrachtet man die untersuchten Fälle insgesamt, so zeigt sich, daß personalwirtschaftliche Konzepte und Praktiken im Implementationsprozeß von strategischer Bedeutung sind. Die traditionelle Praxis der bloß reaktiven und selektiven Anpassung des Personals an veränderte technische und organisatorische Gegebenheiten bringt erhebliche Probleme mit sich. Der Einsatz neuer Techniken und erst recht neue Arbeitsstrukturen können scheitern, wenn es nicht gelingt, die betroffenen Arbeitskräfte mit breiten Qualifikationen auszustatten und die personellen Folgeprobleme zu lösen. Auf Fragen solcher Art ist im folgenden Kapitel 10 noch etwas näher einzugehen.

10 Personalwirtschaftliche Konsequenzen

Zwischen den Veränderungen der technisch-organisatorischen Strukturen bei rechnerintegrierter Fertigung und den personalwirtschaftlichen Praktiken besteht ein enger Zusammenhang. Die Personalwirtschaft muß die den gewählten betriebs- und arbeitsorganisatorischen Strukturen entsprechenden Humanressourcen bereitstellen und eventuelle Folgeprobleme abarbeiten. Wenn dies nicht gelingt, ist der Erfolg von CIM-Projekten insgesamt gefährdet.

Bei der Einführung von CIM-Komponenten und deren Vernetzung stellen sich der Personalwirtschaft drei eng miteinander verbundene Probleme:

- Zur Besetzung der im Zuge von Umstellungen neu entstanden oder veränderten Arbeitsplätze muß geeignetes Personal gefunden werden. Dabei kann einerseits auf den internen und andererseits auf den externen Arbeitsmarkt zurückgegriffen werden, die Personalauswahl kann unterschiedlichen Strategien folgen.
- Dort, wo Umstellungen aus qualifikatorischen Gründen zur Verdrängung der bisherigen Arbeitsplatzinhaber führen oder aber in den jeweils betroffenen Bereichen Personal insgesamt abgebaut wird, stellen sich Probleme der anderweitigen Verwendung. In Frage kommen einerseits Umsetzung und Weiterbeschäftigung auf anderen Arbeitsplätzen, andererseits Personalabbau.
- Wenn sich die Qualifikationsanforderungen der zu besetzenden Arbeitsplätze und die Qualifikationsprofile der dafür in Frage kommenden Arbeitskräfte nicht decken, müssen Qualifizierungsprozesse eingeleitet werden. Hierbei spielt die betriebliche Aus- und Weiterbildung ebenso wie die Anlernung am Arbeitsplatz eine Rolle. Weiterhin geht es um die Intensität, Extensität und Selektivität der Qualifizierungsmaßnahmen.

Die personalwirtschaftlichen Probleme beim Einsatz von Computersystemen sind je nach den betrieblichen Ausgangsbedingungen und der Technikintensität unterschiedlich gravierend und werden vom Management unterschiedlich wahrgenommen und interpretiert. Nicht jeder Rechnereinsatz führt zwangsläufig zu sichtbaren Arbeitsplatzeffekten oder personalwirtschaftliche Konsequenzen. In bestimmten Fällen fehlen durch die Art und Weise, wie die EDV-Anwendung erfolgt, entsprechende Impulse. Vielfach bleiben aber auch die Veränderungen lediglich unterhalb der betrieblichen Wahrnehmungsschwelle, weil sie relativ marginal sind und/oder durch verborgen-implizite Anpassungsleistungen – wie sie bis zu einem gewissen Grad von jedermann eingebracht werden und deshalb dem Betrieb als selbstverständliches Elastizitätspotential zur Verfügung stehen – abgefangen werden.

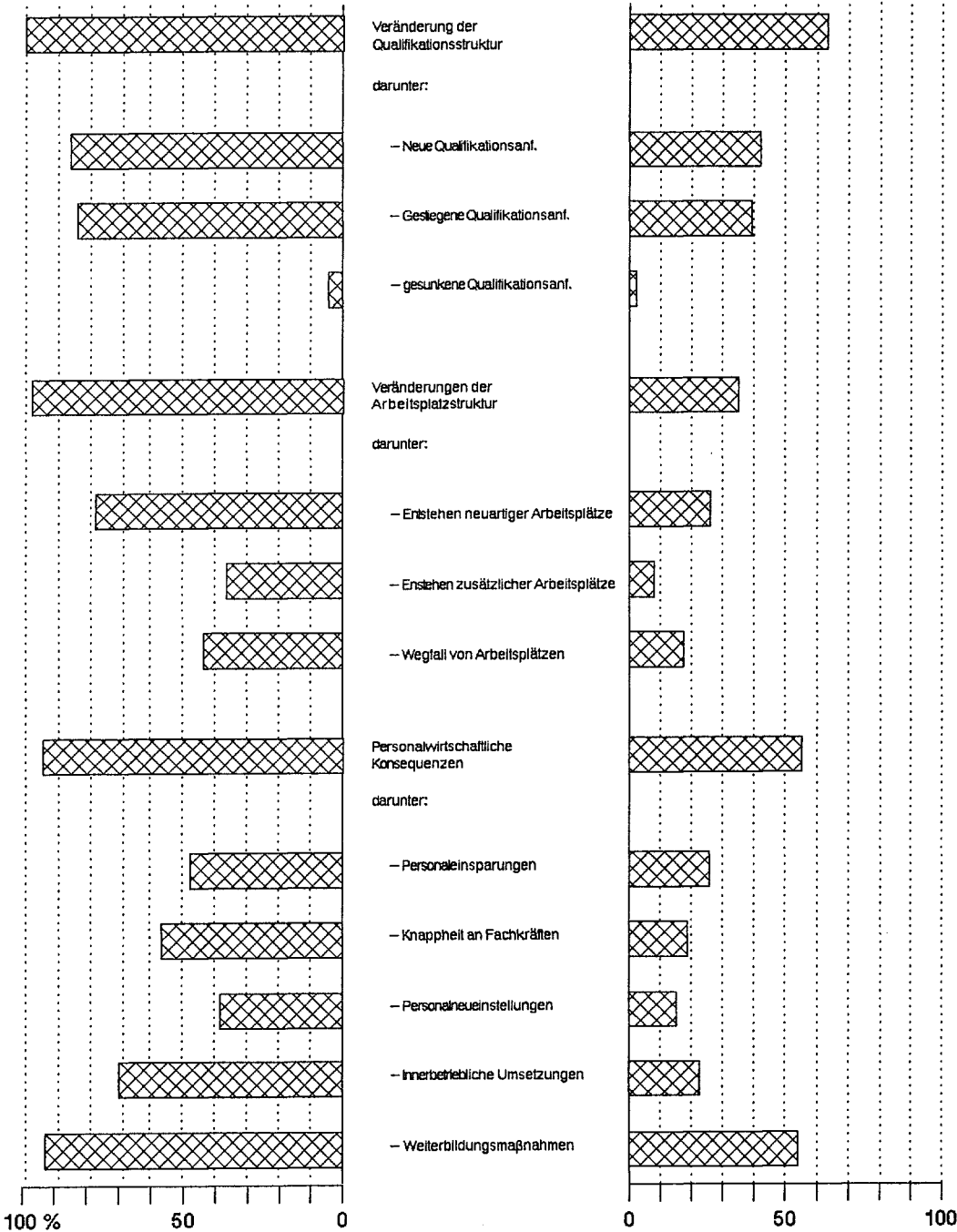


Bild 10.01: Personalrelevante Auswirkungen (Auswahl) bei unterschiedlich starkem Rechneinsatz

(Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

In den Betrieben mit geringem Rechneinsatz wird die Wahrnehmungsschwelle häufig nicht erreicht. In rund einem Drittel der in der Breitenerhebung erfaßten Betriebe registriert das Management keinerlei Wandel in den Qualifikationsanforderungen für bestimmte Mitarbeiter und in fast zwei Dritteln wird auch die Arbeitsplatzstruktur als weitgehend unverändert gesehen. 45 % der Betriebe weisen keinerlei personalwirtschaftliche Konsequenzen aus (**Bild 10.01**). Einige Betriebe verzichten trotz erkannter Veränderungen bei Arbeitseinsatz und Arbeitsorganisation sowie insbesondere in den Qualifikationsanforderungen auf jegliche personale Maßnahmen (einschließlich Weiterbildung), sei es im Vertrauen auf die naturwüchsige Anpassungsfähigkeit, sei es aus mangelndem Handlungsspielraum.

Je intensiver die Computertechniken genutzt werden, desto größer ist allerdings die Wahrscheinlichkeit, daß die in impliziter Anpassung liegenden Elastizitäten ausgereizt werden. So kommt es in gut neun von zehn Betrieben mit hohem Rechneinsatz zu Personalveränderungen und/oder Weiterbildungsmaßnahmen (**Bild 10.01**). Da nun aber fast alle dieser computerintensiven Firmen veränderte Qualifikationsanforderungen wie auch modifizierte Arbeitsverhältnisse aufweisen, liegt der Schluß nahe, daß im verbleibenden Zehntel der Betriebe selbst bei relativ weitreichenden Verschiebungen in der technischen und organisatorischen Struktur des Produktionsprozesses nicht zwangsläufig spezifische personalwirtschaftliche Maßnahmen ergriffen werden (müssen).

Zentrale Frage dieses Kapitels ist, welche Muster der personalwirtschaftlichen Bewältigung sich beim Computereinsatz herausbilden. Dabei stützen wir uns im wesentlichen auf die Ergebnisse der Breitenerhebung. Die personalpolitischen Maßnahmen wurden hier recht detailliert abgefragt und beantwortet. Die Kurzrecherchen bilden den Hintergrund für die Interpretation der Daten.

Im folgenden beschäftigen wir uns zunächst mit dem Thema der Einsparung und Verdrängung von Personal (Abschnitt 10.1.1). Im Anschluß stellen wir die vorgefundenen Formen der Besetzung neuer oder veränderter Arbeitsplätze beim Computereinsatz vor (Abschnitt 10.1.2). Schwerpunkt des Kapitels ist eine Analyse der jeweils eingesetzten Qualifizierungsmaßnahmen (Abschnitt 10.2). Abschließend erfolgt ein Versuch, über die Identifikation von personalpolitischen Grundmustern die Ergebnisse zu resümieren (Abschnitt 10.3).

10.1 Besetzungs- und Freisetzungsprobleme

10.1.1 Personaleinsparungen

Insoweit der Rechneinsatz Teil betrieblicher Rationalisierungsbemühungen ist, wird auch das Personal in die Überlegungen zur Aufwandsreduzierung miteinbezogen, zumal in weiten Bereichen der Metallverarbeitung Löhne und Gehälter trotz zunehmender Kapitalintensität noch immer ei-

nen erheblichen Kostenfaktor darstellen. Für rund ein Viertel aller Betriebe in der Investitionsgüterindustrie zählt deshalb die Personaleinsparung zu den fünf wichtigsten Zielen der Einführung von computergestützter Technik (vgl. Kapitel 8, Bild 8.01). Auch wenn diese Zielsetzung nur für einen Teil der Betriebe in Erfüllung gegangen ist – rund die Hälfte der Firmen hat bislang ihre diesbezüglichen Absichten wenigstens teilweise realisieren können –, ergibt sich zweifelsohne in vielen Betrieben eine durch Rechneinsatz induzierte, mindestens relative Einsparung von Personal (vgl. Bild 8.04). Daraus resultiert jedoch nicht unbedingt ein unmittelbarer personalwirtschaftlicher Handlungsbedarf. Die Gründe hierfür sind vielfältiger Natur.

In vielen Fällen erfolgt die Einsparung vornehmlich im Bereich qualifizierter Arbeitskräfte. Angesichts der weit verbreiteten Knappheit an Fachpersonal bereitet es hier überwiegend keine größeren Schwierigkeiten, freigeordnete Kapazität mit anderen Aufgaben zu belegen. In dieser Perspektive können Personaleinsparungen in einem Aufgabenbereich zu Personalaufstockungen in anderen Aufgabenbereichen führen. Solche Vorgänge werden daher eher als Entlastung denn als Problem empfunden. Ergeben sich aus der Umorientierung auf neue Funktionen gewisse Friktionen und Anpassungsaufwand, gehen diese primär zu Lasten der Abteilung sowie der unmittelbar involvierten. Nur wo größeres personelles Revirement notwendig ist, sind formelle Maßnahmen erforderlich.

Jene quasi naturwüchsigen Lösungen bieten sich allerdings nicht so ohne weiteres an, wenn hochspezialisierte Arbeitskräfte betroffen sind und/oder größere Quanten schlagartig zur Disposition stehen. Bei forcierter Einführung von CAD in größeren Konstruktionsabteilungen beispielsweise können Probleme mit überzähligen technischen Zeichnern oder Detailkonstrukteuren auftreten (Fall 30, Maschinenbau, 500 Beschäftigte). Hier stellt sich dann u.U. ganz massiv die Frage nach Ersatzarbeitsplätzen für innerbetriebliche Umsetzungen oder nach den verschiedenen Möglichkeiten eines Personalabbaus⁴⁶⁾.

Im Prinzip ganz ähnlich steht die Alternative, wenn geringer qualifiziertes Personal von Einsparungen betroffen ist. Die Einführung eines flexiblen Fertigungssystems beispielsweise entzieht der in der konventionellen Fertigung verbleibenden Angelernten-Mannschaft einen Teil ihrer Aufgaben. Rein rechnerisch ergeben sich daraus Arbeitskrachteinsparungen bestimmten Umfangs. Ob daraus jedoch tatsächlich Notwendigkeiten des Personalabbaus entstehen, hängt in erster Linie davon ab, ob sich die Innovation ex post als Erweiterungs- oder eher als Ersatzinvestition herausstellt, d.h. ob

46) Personalabbau kann in sehr verschiedenen Formen erfolgen, angefangen von passiven, sog. „weichen“ Maßnahmen, wie etwa Nichtersetzen der Fluktuation, über aktive Formen mittels Abfindungsangeboten, bis hin zu Entlassungen oder gar sog. Massenentlassungen. Unmittelbar durch Innovationen bedingter Personalabbau wird jedoch – nicht zuletzt wegen des Widerstandspotentials der Arbeitnehmer gegenüber solchen technisch-organisatorischen Veränderungen – von den Betrieben soweit möglich vermieden, was allerdings in längerfristiger Perspektive die Durchsetzung entsprechender Arbeitskrachteinsparungen keinesfalls ausschließt (vgl. Schultz-Wild 1978).

aufgrund der Absatzentwicklung in bisherigem Umfang in den konventionellen Fertigungslinien weiterproduziert werden kann. Vor allem marktpolitische und produktionsstrukturelle Faktoren spielen hier herein.

Tritt nun eine rationalisierungsbedingte Unterauslastung der Belegschaft auf, ist keineswegs a priori festgelegt, welche Arbeitskräfte zu welchem Zeitpunkt tatsächlich für eine Freisetzung zur Disposition gestellt werden. Personalpolitische Logiken entwerfen – im Zusammenspiel mit individuellen Verhaltensweisen – nach eigenen Regeln die Liste der Arbeitskräfte, von denen sich der Betrieb bei personellen Überhängen letztendlich trennt. Häufig sind es jedenfalls nicht die unmittelbar von Rationalisierungsprozessen Betroffenen (vgl. Köhler u. a. 1987). Die Möglichkeiten zur Entkopplung von Rationalisierungsanlässen und Personalabbau wachsen tendenziell mit der Beschäftigtenzahl und Betriebsgröße.

Zum Teil geht es wohl auf die langen Regelstrecken bei der personalwirtschaftlichen Anpassung zurück, wenn Einsparungseffekte in den befragten Betrieben vielfach erst im Lauf der Zeit eintreten bzw. erst noch erwartet werden (vgl. Bild 8.04). Für dieses Nachhinken der Personaleinsparungen dürfte freilich mindestens ebenso wichtig sein, daß in Aufbau-, Erprobungs- und zum Teil auch noch Einlaufphasen computergestützter Techniken die entsprechenden Funktionen quasi doppelgleisig wahrnehmbar bleiben müssen. Mitunter ergibt sich daraus für eine gewisse Übergangszeit sogar ein Mehrbedarf an Arbeitskraft. Die anvisierten Einsparungen kommen dann – wenn überhaupt – erst mit einer deutlichen Verzögerung zum Tragen.

Für die gesamte Investitionsgüterindustrie läßt sich zusammenfassend feststellen, daß zwar rückläufiger Personalbedarf eine gewisse Verbreiterung erlangt, in den meisten Fällen jedoch offensichtlich ohne größeren Problemdruck für die betriebliche Personalpolitik zu erzeugen. Insbesondere bei qualifiziertem Personal wird ein beträchtlicher Teil der Einsparungen bislang durch Zuweisung anderer Aufgaben innerbetrieblich abgefangen. Verbleibende Freisetzungspotentiale gehen normalerweise in allgemeinen personalwirtschaftlichen Bewegungen auf, so daß sie nicht mehr computertechnischen Rationalisierungsprozessen direkt zuzuordnen sind.

10.1.2 Alternativen der Stellenbesetzung

In der Regel ist der Einsatz computergestützter Technik mit neuen und zu meist gestiegenen Qualifikationsanforderungen verbunden (vgl. Bild 8.04). Nur in Ausnahmen verfügen die Firmen bereits vor der Einführung über ausreichend kompetentes Personal. Wo EDV zum ersten Mal Einzug hält, sind spezifische Vorkenntnisse naturgemäß eher die Ausnahme. Aber auch für computererfahrene Betriebe erzeugt (oder verschärft) jeder zusätzliche Rechnereinsatz entsprechende Engpässe beim Personal, zumal wenn davon neue Funktionsbereiche erfaßt werden. Dies gilt im Prinzip für jegliche Art des Computereinsatzes sowie auf allen Mitarbeitererebenen. Deshalb stellt sich die ausreichende Verfügbarkeit über einschlägiges Fachpersonal

bei EDV-Anwendern mehrheitlich als Problem, je breiter der Rechnerersatz desto stärker (vgl. Bild 8.05).

Um die fehlende Kompetenz genau an dem Platz anzusiedeln, wo sie gebraucht wird, haben Betriebe grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Die eine besteht darin, die bisherigen Positionsinhaber durch geeignete Maßnahmen auf die veränderten Aufgaben vorzubereiten. Hierfür kämen etwa gesonderte Einarbeitungsphasen, Hospitationen bei bereits in Praxis befindlichen Systemen und vor allem spezifische Schulungen in Frage. Der andere Weg läuft darauf hinaus, auf bereits bestehenden Arbeitsplätzen das Personal auszuwechseln bzw. für neu geschaffene Positionen entsprechend qualifizierte Leute bereitzustellen. Dieser zweiten Alternative geht entweder ein Such- und Auswahlprozeß innerhalb der vorhandenen Belegschaft voraus, oder sie mündet direkt in einer Rekrutierung vom externen Arbeitsmarkt. Zum Teil führen auch erst interne Selektions- und Umsetzungsprozesse in Verbindung mit einer Zusatzqualifizierung zum gewünschten Ergebnis.

Betriebe geben aus einer Reihe von Gründen internen Lösungen den Vorzug. Dies ist insbesondere der Fall, wenn der EDV-spezifische Kompetenzmangel bei Positionen auftritt, die man nur ungern mit betriebsfremdem Personal besetzen will. Vertrauen in den Funktionsträger und vor allem dessen Vertrautheit mit den Produkt-, Prozeß- und sonstigen Betriebsspezifika werden für unabdingbar angesehen.

„Es geht doch eigentlich fast immer um die Informatisierung im Grunde schon lange vorhandener Aufgaben. Da nützt mir der Spezialist von außen, mag er die EDV noch so toll drauf haben, wenig, wenn er sich nicht zugleich mit den Besonderheiten meines Ladens, meines Produkts und meines Marktes auskennt; aber genau einen solchen finde ich da nicht“ (Fall 13, Maschinenbau, 1.000 Beschäftigte).

Im übrigen zeigen sich gerade Klein- und Mittelbetriebe skeptisch, inwieweit sie überhaupt in der Lage wären, den relativ raren Spezialisten genügend attraktive Bedingungen bieten zu können. Des weiteren sind substituierende Außenrekrutierungen immer damit belastet, daß für bisherige Positionsinhaber eine Ersatzfunktion gefunden werden muß, steht nicht gerade deren routinemäßige Versetzung oder ihr Ausscheiden aus anderen Gründen an. Als Verdrängung empfundene Personalmaßnahmen erzeugen jedoch Unzufriedenheit bei den Betroffenen und Spannungen in der Belegschaft. Zudem bedeutet jede zusätzliche Neurekrutierung zunächst einmal Mehrkosten, die angesichts der häufig unter der Einsparungsmaxime vorgenommenen Computereinführung schwer vertretbar ist.

Wo immer dies möglich ist, beläßt man die personellen Verhältnisse weitestgehend unangetastet. Im Zuge von größeren Reorganisationen lassen sich allerdings interne Lösungen normalerweise nur in Verbindung mit innerbetrieblichen Umsetzungen realisieren. Unvermeidlich ist ein Personalrevirement, wenn aus bestimmten Gründen – etwa zu hohe Belastung mit anderen Aufgaben, persönliches Desinteresse oder auch Unvermögen – die Chancen für einen adäquaten Umgang mit der neuen Computertechnik bei den bisherigen Positionsinhabern (bzw. den nächststehenden Kandidaten) zu gering sind.

Trotz aller Wertschätzung interner Lösungen kann jedoch dann nicht auf die Rekrutierung von Fachkräften am externen Arbeitsmarkt verzichtet werden, wenn die Kompetenzlücke nicht aus den eigenen Reihen befriedigt werden kann. Solche Diskrepanzen tun sich typischerweise bei extremen Bedarfslagen auf, wenn Kompetenz sehr spezifischen Charakters oder in erheblichem Umfang und etwa gar noch unter hohem Zeitdruck zur Verfügung stehen muß. Auf der anderen Seite entziehen ungünstige Versorgungslagen – die sowohl aus generell dünner Qualifikationsdecke resultieren können, als auch aus spezifischen Konstellationen mangelnder Verfügbarkeit – den internen Lösungen ihre Realisierungsmöglichkeit.

Gerade in kleineren Betrieben ist die personelle Basis für interne Lösungen oft sehr schmal. Diese Firmen befinden sich damit relativ häufig in einem ziemlichen Dilemma, wären sie doch aus den bereits dargelegten Gründen in besonderem Maße auf interne Lösungen angewiesen. Sind sie nun, warum auch immer, gezwungen, die fehlende Kompetenz trotzdem von außen zu beschaffen, geraten sie mitunter durch eine problematische Einsatzpolitik noch weiter in eine ungünstige Lage. Um die externe Rekrutierung wenigstens kostenmäßig halbwegs zu verkraften, versucht man dann nämlich die „teuer eingekauften Spezialisten“ möglichst effizient zu nutzen, indem man ihnen alle Aufgaben zuweist bzw. überläßt, die auch nur im entferntesten mit EDV und Computer zu tun haben. Mit dieser Strategie kann der Betrieb zunächst durchaus eine gewisse Entlastung erreichen, begibt sich aber u. U. auf einen langfristig prekären Pfad. Denn einerseits erwachsen daraus gewisse Abhängigkeiten von diesen (wenigen) Fachleuten, die sich vor allem zu erheblichen Ausfallrisiken entwickeln können. Andererseits begünstigen sehr vereinseitigte Kompetenzverteilungen arbeitsorganisatorische Strukturen, die weder im Sinne der Belegschaft sind, noch im langfristigen Interesse der Firmen liegen.

In solchen Konstellationen zeigt sich besonders deutlich, was generell gilt: Schwierige Versorgungslagen mit Fachpersonal legen eine Politik des möglichst sparsamen Umgangs mit Kompetenz in Form der Konzentration neuartiger Aufgaben auf nur eine oder wenige Person(en) nahe. Diese Personalpolitik korrespondiert durchaus mit traditionellen Vorstellungen von Arbeitseinsatz und Arbeitsorganisation. Damit stabilisieren sich überkommene Strukturen entgegen zukünftig zu erwartenden Veränderungsnotwendigkeiten.

10.2 Qualifizierungsmaßnahmen

Praktisch ohne Ausnahme treten mit dem Rechnereinsatz in irgendeiner Form Kompetenzdefizite auf. Dabei beziehen sich akute Schwierigkeiten in der Regel auf Anforderungslücken bei bestimmten Positionen; permanente Diskrepanzen zwischen Bedarfs- und Versorgungslagen erzeugen hingegen eher diffusen Problemdruck. Abgesehen von inhaltlichen Unterschieden schwankt die Bedeutung mangelnder Kompetenz von Fall zu Fall erheblich. Welche Maßnahmen im einzelnen zu deren Überwindung eingesetzt werden, hängt nicht nur vom Problemniveau ab, sondern auch und gerade von den betrieblichen Struktur- und Politikbedingungen.

In allen personalwirtschaftlichen Strategien haben betriebliche Qualifizierungsprozesse einen gewissen Stellenwert – selbst bei völligem Verzicht auf explizite Maßnahmen. Gerade hier basiert die ausschließlich immanente Problembewältigung teilweise auf der von beruflicher Erstausbildung (mit-)geleisteten Versorgung mit qualifizierten und anpassungsfähigen Arbeitskräften. Wo immer die personalwirtschaftlichen Maßnahmen auf den Belegschaftsfundus rekurrieren, spielt berufliche Erstausbildung zumindest indirekt eine gewisse Rolle – im besonderen Maße natürlich in den Fällen mit Umstrukturierungskonzepten unter Einschluß einer qualifikationspolitischen Option. Deshalb werden im folgenden auch die betrieblichen Aktivitäten auf dem Ausbildungssektor in die Analysen miteinbezogen und nicht nur auf die Weiterbildung abgestellt, die den dominierenden personalwirtschaftlichen Reaktionsweisen sicherlich sehr viel näher ist.

10.2.1 Aus- und Weiterbildungsaktivitäten im Überblick

Nach den Ergebnissen der Breiterhebung findet in 72 % aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie berufliche Erstausbildung („Lehre“) statt; bei 75 % der Firmen werden im Zusammenhang mit der Einführung computergestützter Technik in irgendeiner Form Weiterbildungsmaßnahmen durchgeführt (Bild. 10.02). Mehrheitlich (zu 60 %) ist man auf beiden Qualifizierungsebenen zugleich tätig; 12 % der Betriebe nutzen nur die berufliche Erstausbildung, 15 % ausschließlich externe bzw. interne Mitarbeiter-schulung; fast jeder siebte Betrieb (14 %) verzichtet auf jegliche Aus- und computerbezogene Weiterbildung. Über die Zahl der in diese Qualifizierungsmaßnahmen einbezogenen Arbeitskräfte ist damit noch nichts ausgesagt.⁴⁷⁾

Aus Bild 10.03 ist ersichtlich, daß Qualifizierungsaktivitäten insgesamt durchaus weit verbreitet sind: etwa drei Viertel der Betriebe führen Aus- und/oder Weiterbildung durch. Zwischen den einzelnen Branchen gibt es gewisse Unterschiede, im übrigen etwas stärkere bei der computerbezogenen Weiterbildung.

Der Maschinenbau weist für beide Qualifizierungsebenen die höchste Verbreitung auf: Ausbildung in 82 %, Weiterbildung in 77 % der Betriebe; die Elektrotechnik verzeichnet eine überdurchschnittliche Quote nur bei Weiterbildungsmaßnahmen (Ausbildung: 72 %, Weiterbildung: 80 %); in der EBM-Industrie ist die Erstausbildung unterdurchschnittlich vertreten

47) In Anlehnung an eine Diskussion innerhalb der Bildungs- und Arbeitsmarktforschung kann demnach recht hohe Qualifizierungsintensität nach dem Betriebskonzept konstatiert werden (vgl. Kau 1987). Würde man die von neuen Techniken betroffenen Erwerbstätigen zur Ausgangsbasis machen, ergäben sich allerdings sicherlich deutlich niedrigere Erfassungsquoten. So hat etwa eine Untersuchung des BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) zusammen mit dem IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit) ergeben, daß zwischen 1980 und 1985 rund 45% aller Beschäftigten, die zumindest gelegentlich programmgesteuerte Arbeitsmittel anwenden, sich durch Kurse oder Lehrgänge weiterqualifizieren konnten (vgl. BIBB/IAB 1987).

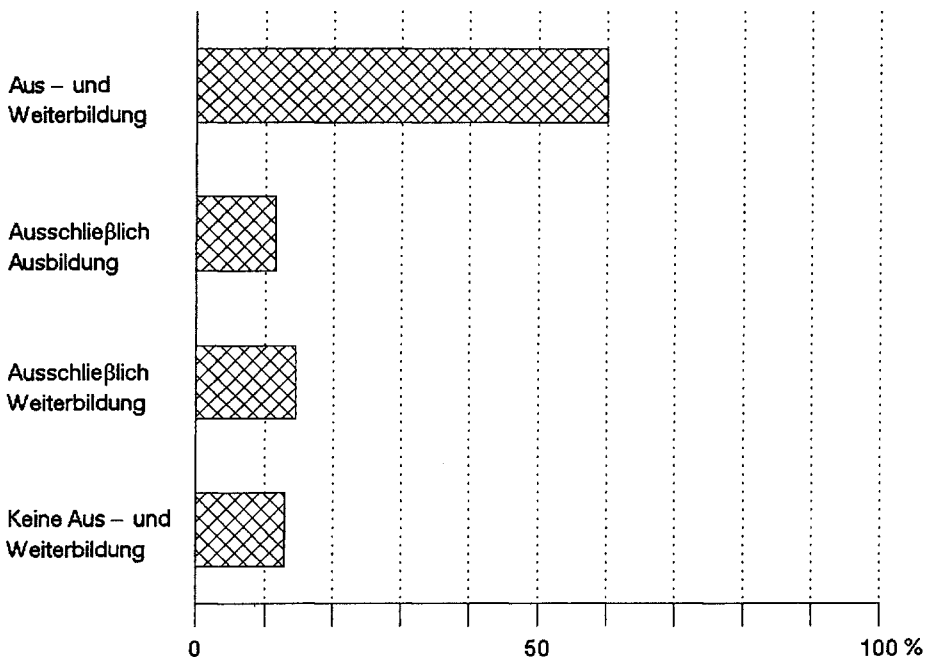


Bild 10.02: Kombinationen von Ausbildung und computerbezogener Weiterbildung
(Investitionsgüterindustrie – N = 1.096)

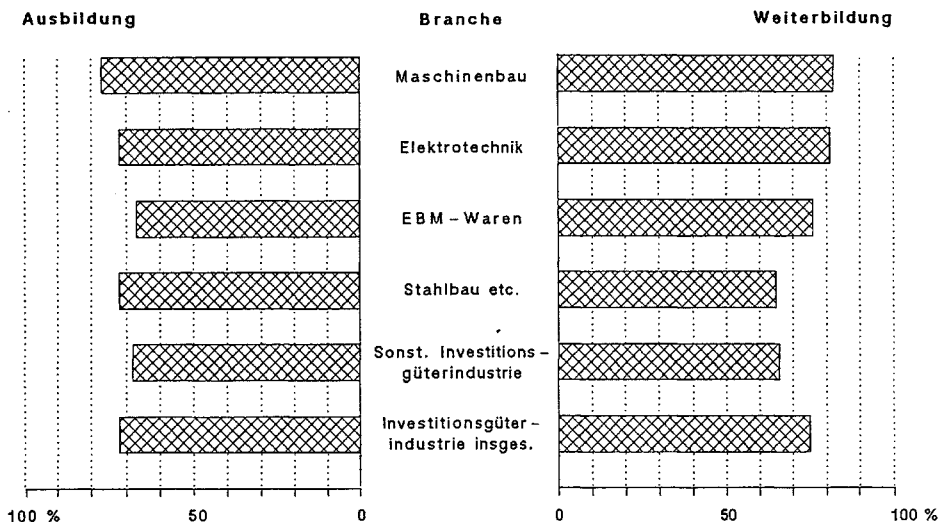


Bild 10.03: Ausbildung und computerbezogene Weiterbildung nach Branchen
(Investitionsgüterindustrie – N = 785 bzw. 818)

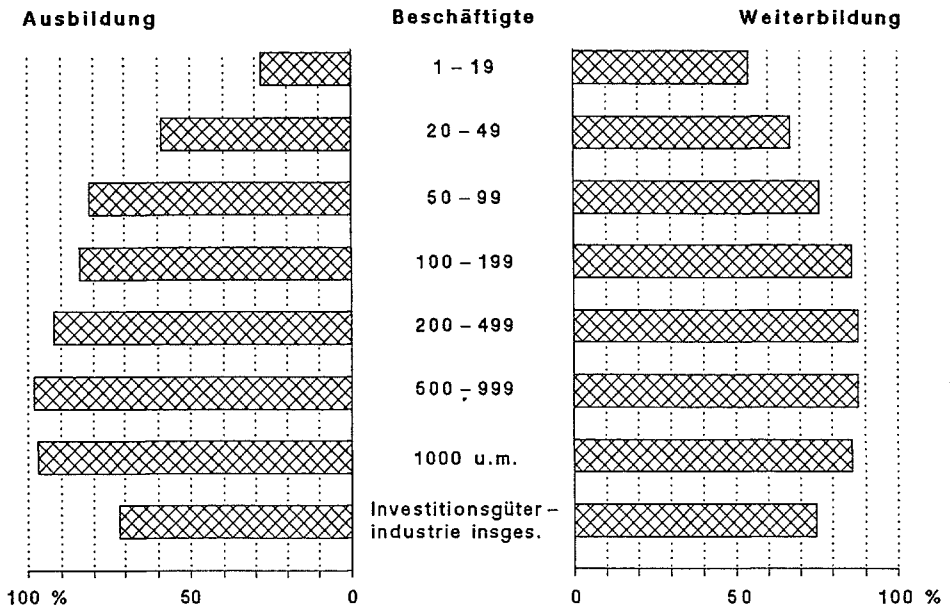


Bild 10.04: Ausbildung und computerbezogene Weiterbildung nach Betriebsgröße
(Investitionsgüterindustrie – N = 785 bzw. 818)

(Ausbildung: 67 %, Weiterbildung: 76 %); umgekehrt liegen die Verhältnisse im Stahl- und Leichtmetallbau (Ausbildung: 72 %, Weiterbildung: 65 %); die mit am niedrigsten Verbreitungsgrade sowohl für die Ausbildung als auch die computerbezogene Weiterbildung finden sich in den sonstigen Branchen der Investitionsgüterindustrie (Ausbildung: 68 %, Weiterbildung: 66 %).

Das Engagement in der beruflichen Erstausbildung wie auch in der Weiterbildung nimmt mit wachsender Betriebsgröße kontinuierlich zu (**Bild 10.04**).

Nur etwa jedes zweite Kleinunternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten bildet selbst aus, dagegen Firmen mit mehr als 500 Beschäftigten fast ausnahmslos.⁴⁸⁾ Eine ähnliche Tendenz ist auch hinsichtlich computerbezoge-

48) Damit unterscheiden sich die Verhältnisse in den von der Untersuchung erfaßten Betrieben der Investitionsgüterindustrie nur wenig von der Gesamtsituation im gewerblichen und Dienstleistungsbereich des privatwirtschaftlichen Sektors, wenn man die Sonderauswertung der Beschäftigtenstatistik 1985 der Bundesanstalt für Arbeit heranzieht (vgl. Cramer 1987). Neuere Repräsentativbefragungen kommen zu ganz ähnlichen Ergebnissen. So zeigt etwa eine Untersuchung zur Personalplanung und Personalpolitik in der gewerblichen Wirtschaft ebenfalls einen deutlichen Zusammenhang von Betriebsgröße und Aus- bzw. Weiterbildungsaktivitäten (vgl. Semlinger/Mendius 1988).

ner Weiterbildungsaktivitäten festzustellen, allerdings mit etwas weniger ausgeprägten Extremen: So praktizieren doch rund zwei Drittel der Kleinunternehmen die Entsendung mindestens eines Mitarbeiters bzw. einer Mitarbeiterin in spezifische Schulungsmaßnahmen; umgekehrt finden solche Qualifizierungen bei immerhin etwa jedem siebten Großunternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten keine Anwendung.

Im Kontext vorliegender Untersuchung interessiert nun primär, welchen Beitrag diese Aus- und (spezifischen) Weiterbildungsaktivitäten für die personalwirtschaftliche Bewältigung des Einsatzes von Computertechniken leisten. Da über die „Lehre“ in der Regel nur ein Teil des Personals auf seine zukünftigen Aufgaben vorbereitet wird und deren institutionelle Bedingungen erheblich von denen der Weiterbildung abweichen, sind jeweils verschiedene Wechselwirkungen zum Computereinsatz anzunehmen. Deshalb werden die berufliche Erstausbildung und die computerbezogene Weiterbildung zunächst je für sich einer näheren Analyse unterzogen. Auf mögliche Korrespondenzen von Bildungsaktivitäten beider Ebenen soll u.a. im letzten Abschnitt eingegangen werden, der ein Fazit für eine zukünftige Qualifizierungspolitik unter der Prämisse sich zunehmend ausbreitender Rechnertechnik versucht.

10.2.2 Zur Rolle der beruflichen Erstausbildung

Der Rechnereinsatz führt in der Investitionsgüterindustrie überwiegend zu keinen gravierenden Reaktionen bei der beruflichen Erstausbildung. Nur etwa jeder Zwölfte (8 %) aller ausbildenden Betriebe verändert aufgrund der Einführung computergestützter Technik in deutlichem Maß Art und/oder Menge seiner Ausbildung (Bild 10.05).

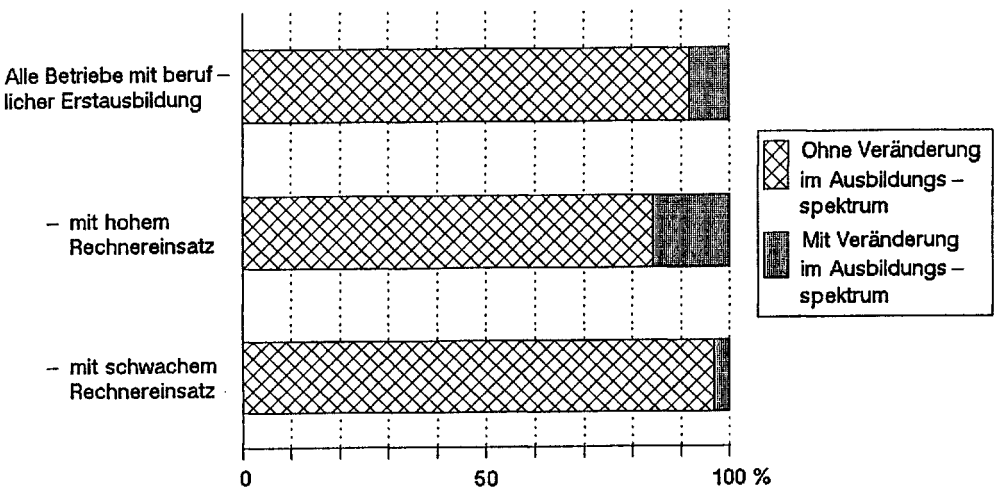


Bild 10.05: Veränderte Ausbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz
(Investitionsgüterindustrie – N = 785)

Zwar beläuft sich die entsprechende Quote bei hohem Rechneinsatz (16 %) auf rund den fünffachen Wert gegenüber Betrieben mit schwachem Rechneinsatz (3 %). Doch auch relativ vielfältige und intensive Nutzung von EDV-Systemen rührt mehrheitlich nicht am überkommenen Spektrum der Ausbildungsverhältnisse bzw. -plätze.

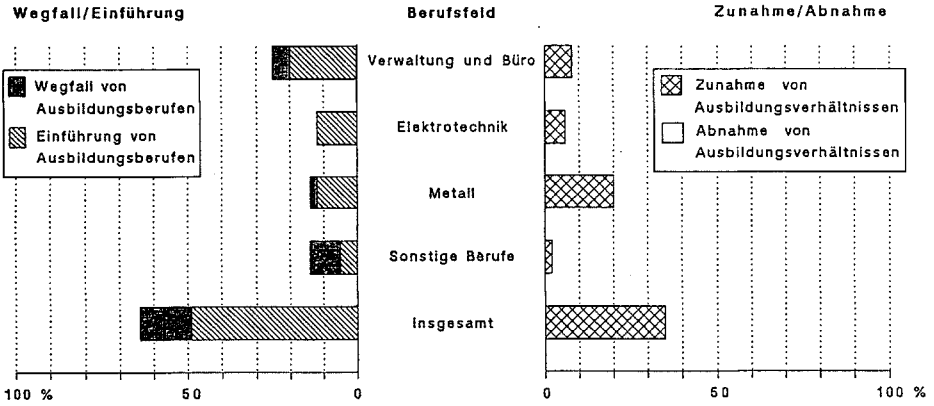


Bild 10.06: Veränderungen im Ausbildungsspektrum infolge von Rechneinsatz
(Investitionsgüterindustrie – N = 785)

Die Veränderungen finden schwerpunktmäßig auf zwei Feldern statt: im Bereich der Verwaltungs- und Büroberufe sowie im Sektor der Metall- und Elektroberufe (Bild 10.06). Dabei überwiegt die Einführung bislang nicht praktizierter bei weitem den Wegfall bisher schon durchgeführter Ausbildungsberufe. Daneben hat auch die Zunahme von Ausbildungsverhältnissen eine gewisse Bedeutung, wohingegen eine durch den Rechneinsatz induzierte Abnahme nirgends erkennbar ist. Es dominieren also eindeutig Ausweitungstendenzen für die berufliche Erstausbildung – allerdings, wie bereits erwähnt, bei insgesamt nur relativ wenigen Betrieben.

Damit sollte aber die Bedeutung von beruflicher Erstausbildung für die Bewältigung von Rechneinsatz nicht unterschätzt werden. Auch wenn Art und Zahl der Ausbildungsverhältnisse nicht unmittelbar tangiert sind, stützen sich die Betriebe dabei auf die Leistungen ihres beruflichen Ausbildungssystems. Denn die auf Personalselektion beruhenden Anpassungsmechanismen funktionieren um so besser, je mehr Qualifikationspotential auf dem internen Arbeitsmarkt vorhanden ist und je stärker dieses nicht zuletzt von nachrückenden Jungfacharbeitern bzw. -angestellten immer wieder aufgefüllt wird. Wer kontinuierlich ausbildet, verfügt also zumindest über einen gewissen Stamm an Arbeitskräften, mit denen Anpassungen an veränderte Rahmenbedingungen – wie etwa anforderungsmodifizierender Technikeinsatz – leichter bewältigt werden können.

So läßt sich auch das Gefälle in der Verbreitung von beruflicher Erstausbildung zwischen Betrieben mit hohem und schwachem Rechneinsatz verste-

hen; in der gesamten Investitionsgüterindustrie beträgt es 89 % zu 63 %. Dieser Unterschied im Diffusionsgrad bildet sich für die einzelnen Branchen auf dem jeweiligen Niveau in ähnlichen Relationen ab (Bild 10.07). Der nämliche Effekt ist bei Kleinbetrieben am stärksten und nimmt mit steigender Beschäftigtenzahl kontinuierlich ab (Bild 10.08).

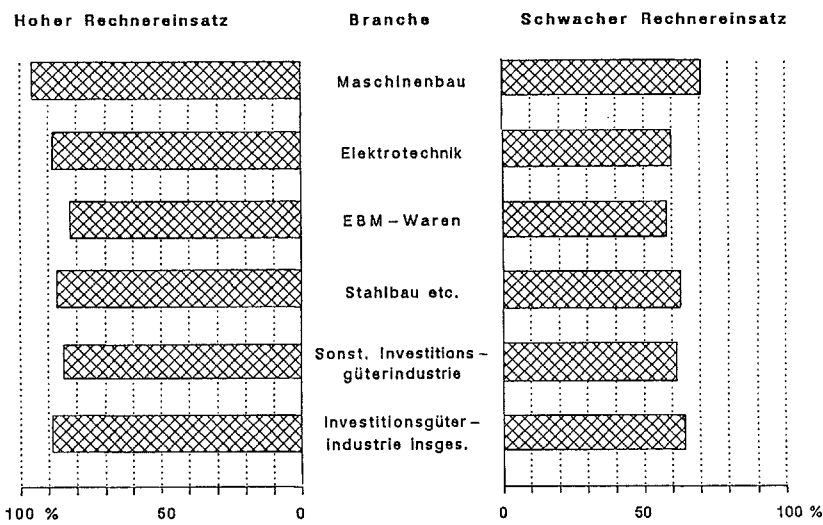


Bild 10.07: Ausbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz nach Branchen
(Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

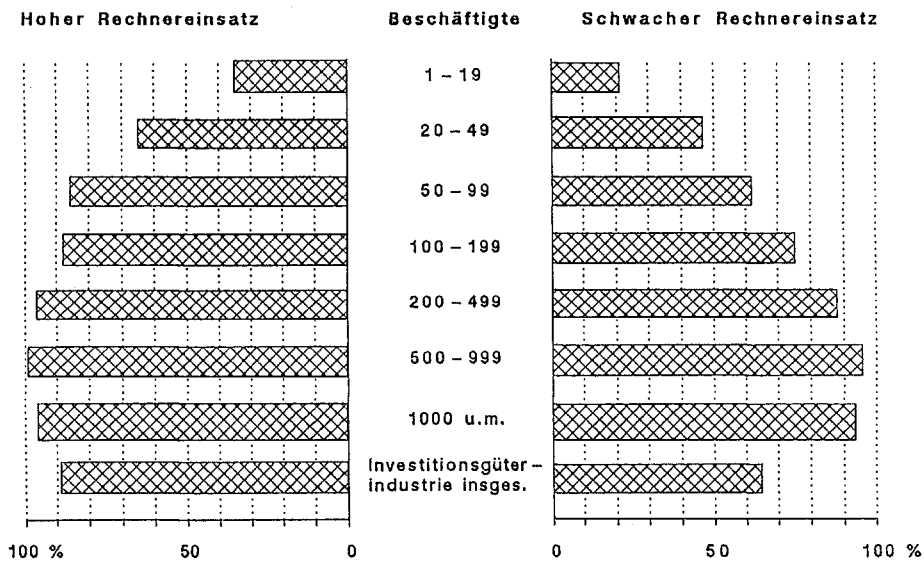


Bild 10.08: Ausbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz nach Betriebsgröße
(Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

Zusammenfassend ist festzustellen, daß für Positionen, die – vorwiegend im Verwaltungs- bzw. Bürobereich, in den produktionsnahen Diensten sowie in den Werkstätten – direkt oder indirekt über Abgänger des sog. Dualen Systems besetzt werden, berufliche Erstausbildung als Zulieferer des internen Arbeitsmarkts eine wichtige Rolle spielt. Verfügt der Betrieb durch entsprechende Ausbildungsgänge über Nachwuchs an Fachkräften, sind im Falle computerinduzierter Kompetenzprobleme die Chancen für eine erfolgreiche Lösung durch Selektion und/oder Weiterbildung eher günstig. Insofern die Inhalte der beruflichen Erstausbildung an veränderte Erfordernisse angepaßt werden, ist im Prinzip auch gewährleistet, daß die fachliche Basis der Jung-Angestellten/Facharbeiter einigermaßen Anschluß an die neueren technischen Entwicklungen behält.

10.2.3 Zur Rolle computerbezogener Weiterbildung

Wie bereits festgestellt, praktizieren 75 % der befragten Betriebe im Zuge der Einführung computergestützter Techniken bestimmte Weiterbildungsaktivitäten, die allerdings nach Ausmaß, Charakter und Beteiligungsintensität erheblich streuen.

Je stärker der Rechnereinsatz, desto häufiger setzen Betriebe externe und/oder interne Qualifizierungsmaßnahmen ein. Während bei schwachem Rechnereinsatz nur 54 % der Betriebe auf Weiterbildung rekurrieren, sind es bei hohem Rechnereinsatz immerhin 93 %. Unterschiedliche Computerintensität führt in allen Branchen prinzipiell zum nämlichen Effekt, auch wenn sich die Diskrepanzen im Maschinenbau (99 % zu 72 %) und der Elektrotechnik (96 % zu 67 %) auf höherem Niveau befinden als in den übrigen Branchen; zudem ist das Gefälle im Stahl- und Leichtmetallbau besonders stark ausgeprägt (85 % zu 44 %) (Bild 10.09).

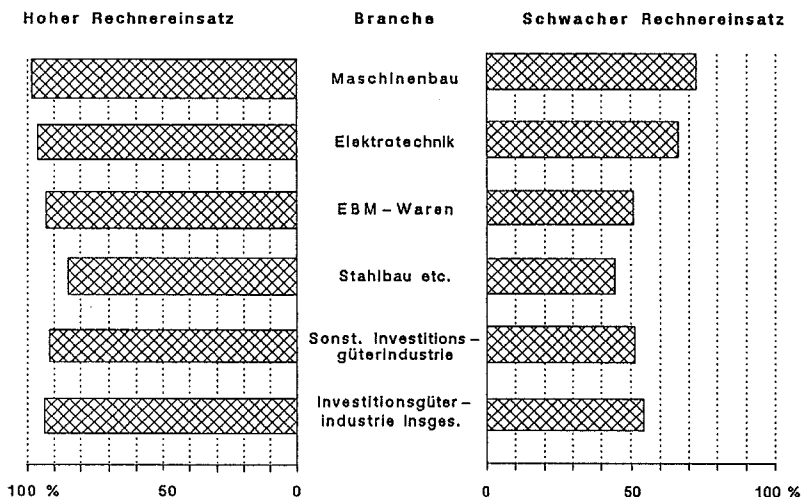


Bild 10.09: Computerbezogene Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz nach Branchen

(Investitionsgüterindustrie - Nr. 293 bzw. 399)

Hoher Rechneinsatz sorgt unabhängig von der Betriebsgröße für weitgehende Verbreitung von computerbezogener Weiterbildung. Dagegen wird bei schwachem Rechneinsatz in Klein- und Mittelbetrieben seltener Weiterbildung praktiziert als in Großunternehmen. Bei letzteren erstreckt sich der Bedarf nach Weiterbildung in der Regel auf einen weiteren Personenkreis, auch wenn die EDV-Anwendung nur in einem Funktionsbereich erfolgt; damit wächst zugleich die Wahrscheinlichkeit, daß sich jemand einer entsprechenden Schulungsmaßnahme unterzieht (Bild 10.10).

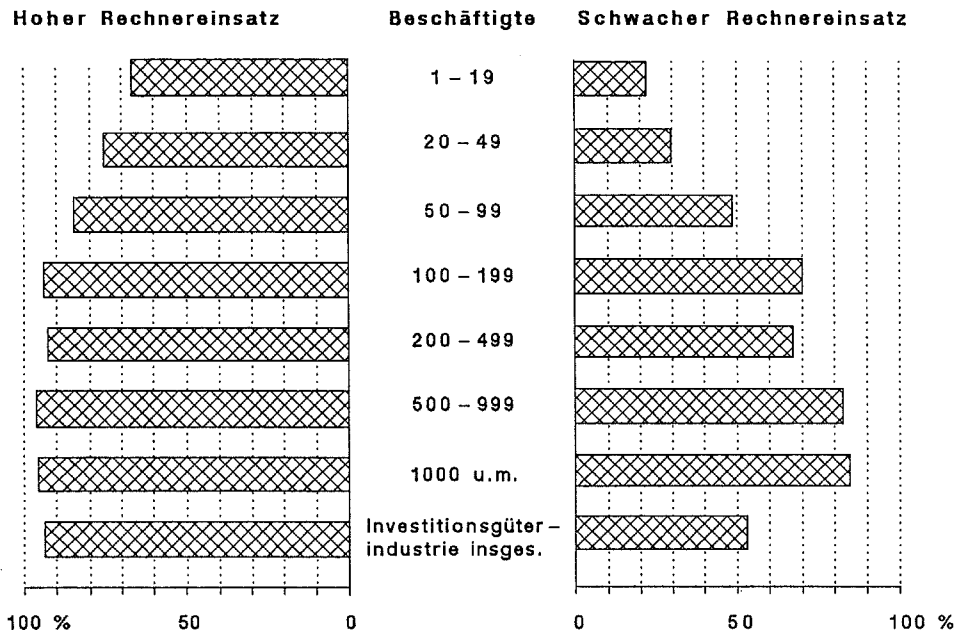


Bild 10.10: Computerbezogene Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechneinsatz nach Betriebsgröße
(Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

In der Regel werden die unmittelbar in die Computereinführung involvierten Beschäftigtengruppen am ehesten Weiterbildungsmaßnahmen unterzogen. Gemäß dem hohen Verbreitungsgrad von kommerzieller EDV besucht, wie Bild 10.11 zeigt, in 78 % aller einschlägigen Weiterbildung nutzenden Betriebe kaufmännisches bzw. Verwaltungspersonal entsprechende Veranstaltungen.

Daß 42 % der Firmen auch Facharbeiter zu externen oder internen Lehrgängen schicken, geht zweifelsohne auf den fortschreitenden Einzug der NC-Technik in die (Fertigungs-)Werkstätten zurück. Dieser Umstand spielt sicherlich auch für die relativ häufige Berücksichtigung von Meistern und Technikern (56 %) eine wichtige Rolle; zudem induzieren aber zunehmend die vielfältigen Formen des Rechneinsatzes in den produktions-

nahen Diensten und in der Werkstatt, welche über das bloße Programmieren hinausgehen, Qualifizierungsbedarf für untere und mittlere technische Angestellte.

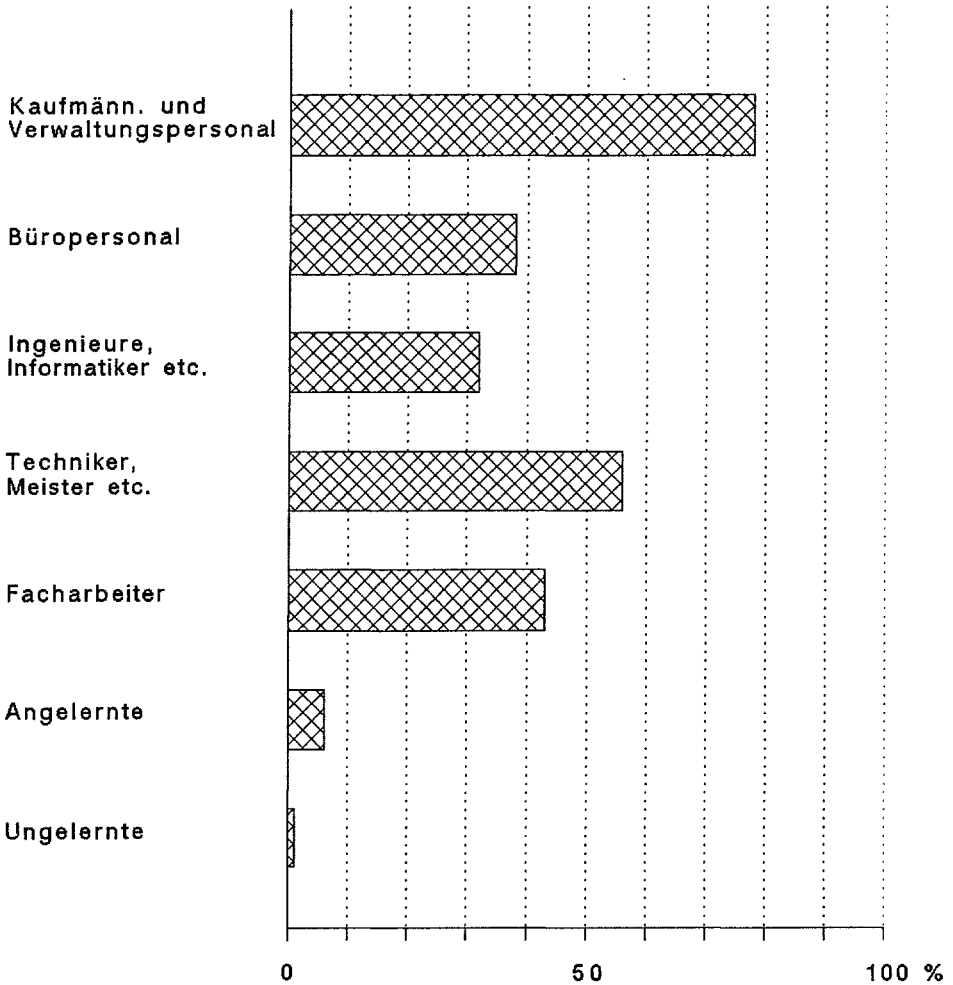


Bild 10.11: Adressatenkreis computerbezogener Weiterbildung
(Investitionsgüterindustrie – N = 818)

Nur 32 % aller Betriebe stellen Ingenieure oder Naturwissenschaftler im Zuge der Einführung computergestützter Technik für interne oder externe Schulungen ab. Diese vergleichsweise niedrige Anzahl resultiert zunächst natürlich daraus, daß beileibe nicht alle Betriebe über Personal mit Hochschulabschluß entsprechender Fachrichtungen verfügen. Darüber hinaus schien aber in einer ganzen Reihe von Fällen gerade für Ingenieure die Hürde vor der Teilnahme an Weiterbildung besonders hoch zu sein.

Diese Situation ist etwa in Betrieben anzutreffen, die insgesamt nur wenige (Fach-)Hochschulabsolventen beschäftigen, welche zudem häufig neben technischen Fachaufgaben in Personalunion weitreichende Führungs- bzw. Leitungsfunktionen wahrzunehmen haben. Im (gar nicht so seltenen) Extremfall ist der einzige Ingenieur der Firma zugleich auch deren Geschäftsführer, so daß für spezifische Weiterbildung kaum ausreichende Gelegenheit besteht. „Beim besten Willen, mehr als ein Ausstellungsbesuch vor der Anschaffung einer neuen Maschine ist nicht drin. Da kann ich noch eher meinen Assistenten (Techniker) zu Herstellerfirmen schicken, daß der sich da etwas umtut“ (Fall 59, Maschinenbau, ca. 100 Beschäftigte).

Das Problem mit der Abkömmlichkeit tritt mit besonderer Schärfe in den Klein- und Mittelbetrieben auf und erschwert dort – im übrigen nicht nur bei Ingenieuren, sondern praktisch für alle (knappen) Fachkräfte – die Teilnahme an Weiterbildung.

Je stärker der Rechnereinsatz, desto höher liegt der Anteil von Firmen, die Angehörige von technischem und gewerblichem Personal an Weiterbildung teilnehmen lassen (Bild 10.12). Dies ist auf den überproportionalen Stellenwert von produktionsbezogener EDV-Nutzung bei der Ausbreitung von Computertechniken im Betrieb zurückzuführen (vgl. Abschnitt 2.6).

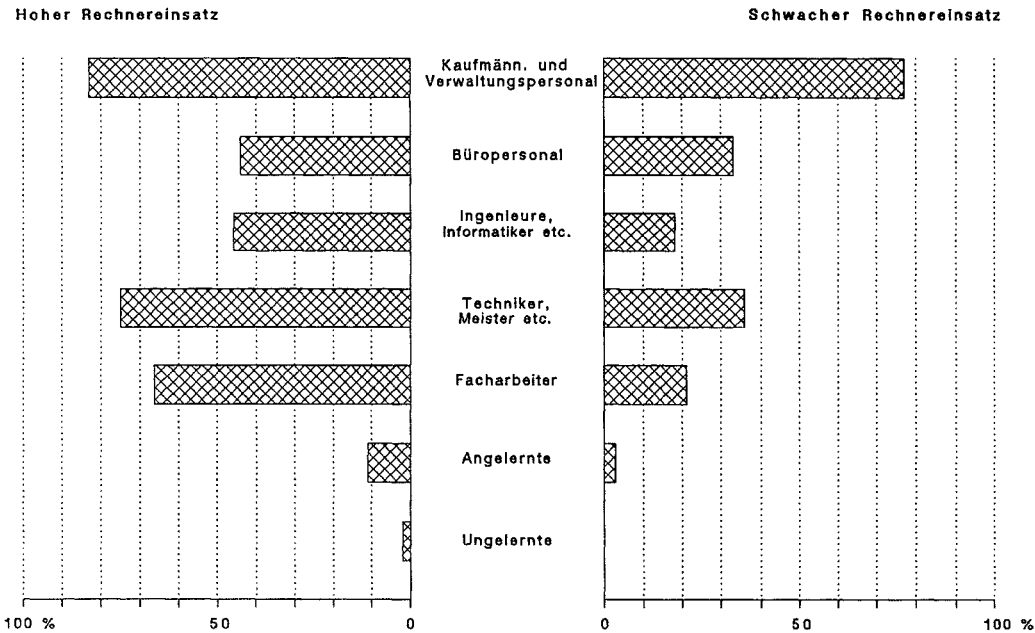


Bild 10.12: Adressatenkreis computerbezogener Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz (Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

Betriebe nutzen das Instrument der Weiterbildung im Zusammenhang mit der Einführung computergestützter Technik sehr dosiert. In der Regel werden nur unmittelbar involvierte Mitarbeitergruppen berücksichtigt. Unter diesen erfolgt häufig eine weitere Auswahl, insbesondere bei Entsendung in externe Veranstaltungen. Für einzelne Mitarbeitergruppen resultieren daraus recht unterschiedliche Selektionsquoten.

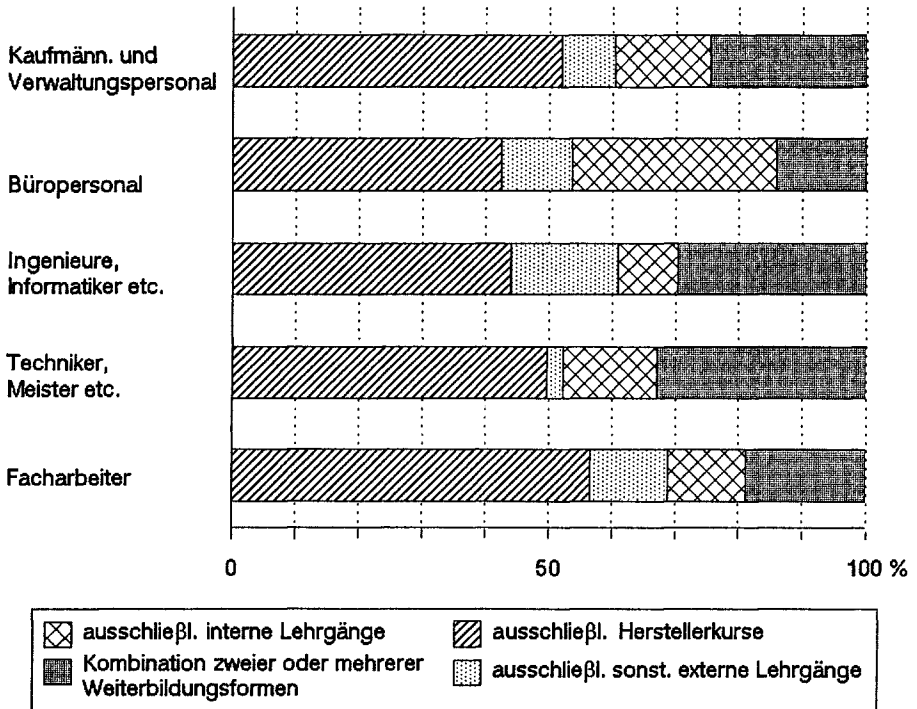


Bild 10.13: Maßnahmenarten computerbezogener Weiterbildung
(Investitionsgüterindustrie – N = 818)

Die computerbezogene Weiterbildung findet überwiegend außerhalb der Anwenderfirmen statt. Nur die Schulung von Büropersonal wird in relativ großem Umfang auch innerbetrieblich durchgeführt. Unter den externen Maßnahmen nehmen von Maschinen- bzw. Systemherstellern angebotene Kurse eine dominierende Rolle ein (Bild 10.13). Bei hohem Rechneinsatz, zumal in größeren Betrieben, wird häufiger eine breitere Palette von Weiterbildungsformen genutzt (Bild 10.14).

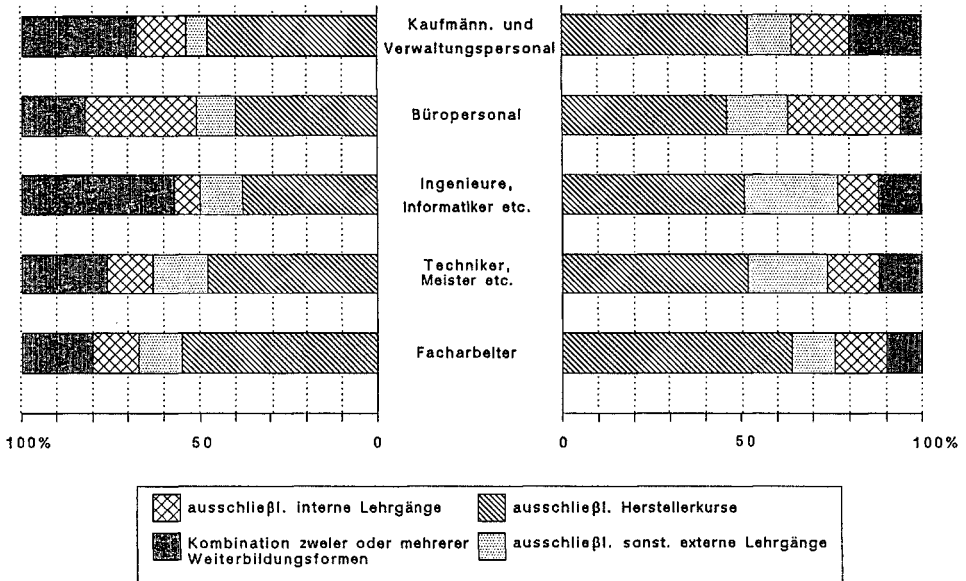


Bild 10.14: Maßnahmenarten computerbezogener Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz
(Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

Bild 10.15 illustriert die in der Investitionsgüterindustrie insgesamt herrschenden Verhältnisse. Nicht wenige Firmen schicken allenfalls eine(n) Angehörige(n) aus einer Mitarbeitergruppe auf externe Qualifizierungsveranstaltungen. So besucht in drei von zehn Betrieben, die überhaupt computerbezogene Weiterbildung für untere/mittlere technische Angestellte realisieren, jeweils nur ein einziger Meister oder Techniker einen entsprechenden Herstellerkurs. Ganz ähnlich liegen die Dinge bei Ingenieuren sowie beim Büropersonal. Nur in Ausnahmefällen bekommen größere Mitarbeiterkontingente die Gelegenheit, sich beim Hersteller oder anderen externen Maßnahmenträgern Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit den neuen Rechnertechniken anzueignen.

Demgegenüber verfährt man bei internen Lehrgängen etwas großzügiger. In knapp der Hälfte aller dieses Qualifizierungsinstrument einsetzenden Betriebe werden mehr als fünf Angehörige einer Mitarbeitergruppe miteinbezogen. Dies hat seinen Grund nicht zuletzt darin, daß gerade Betriebe mit hohem Rechnereinsatz (**Bild 10.16**) sowie – damit zum Teil zusammenhängend – größere Firmen sich überdurchschnittlich stark interner Lehrgänge bedienen.

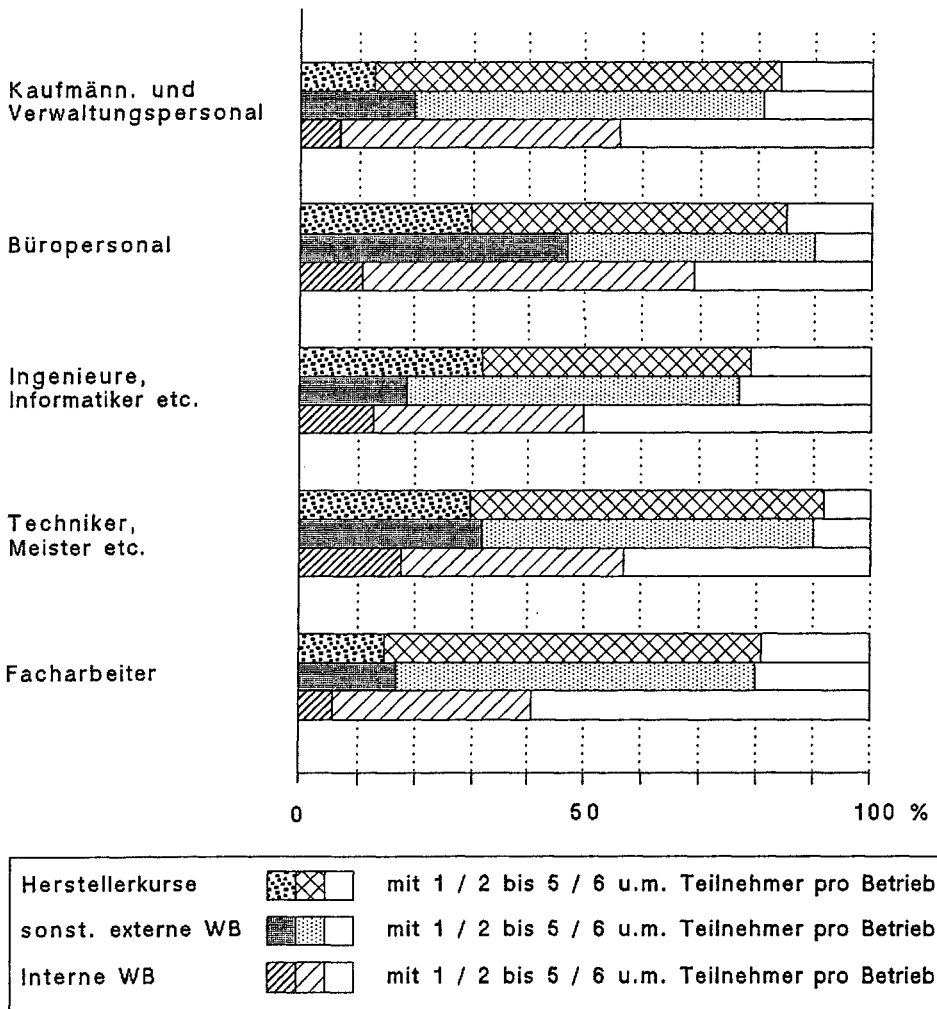


Bild 10.15: Betriebliche Teilnehmerzahlen für computerbezogene Weiterbildung
 Investitionsgüterindustrie – N = 818)

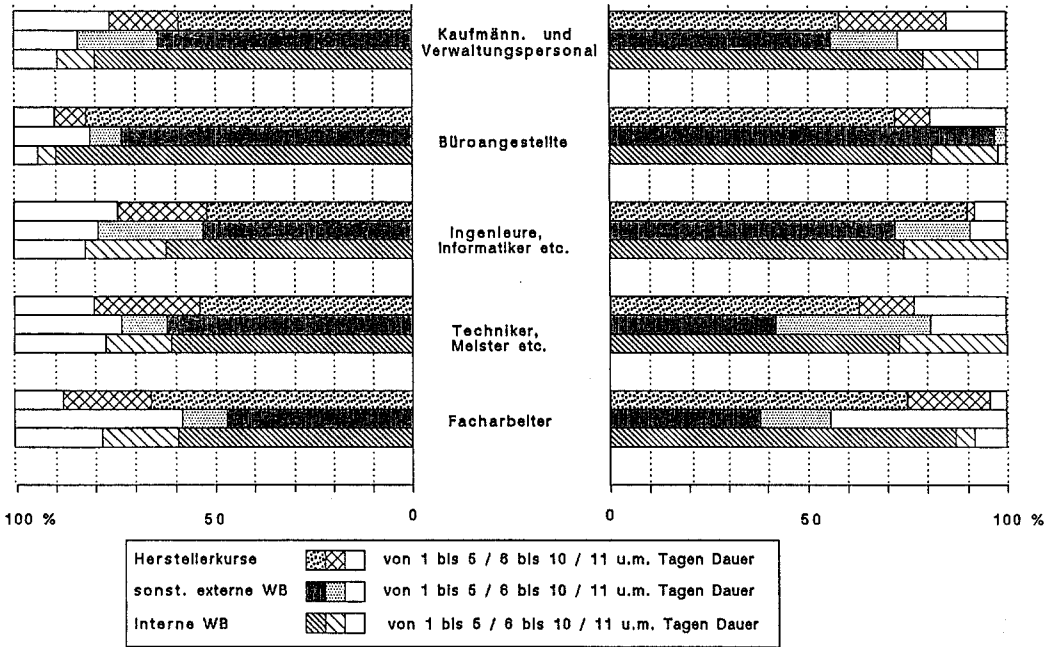
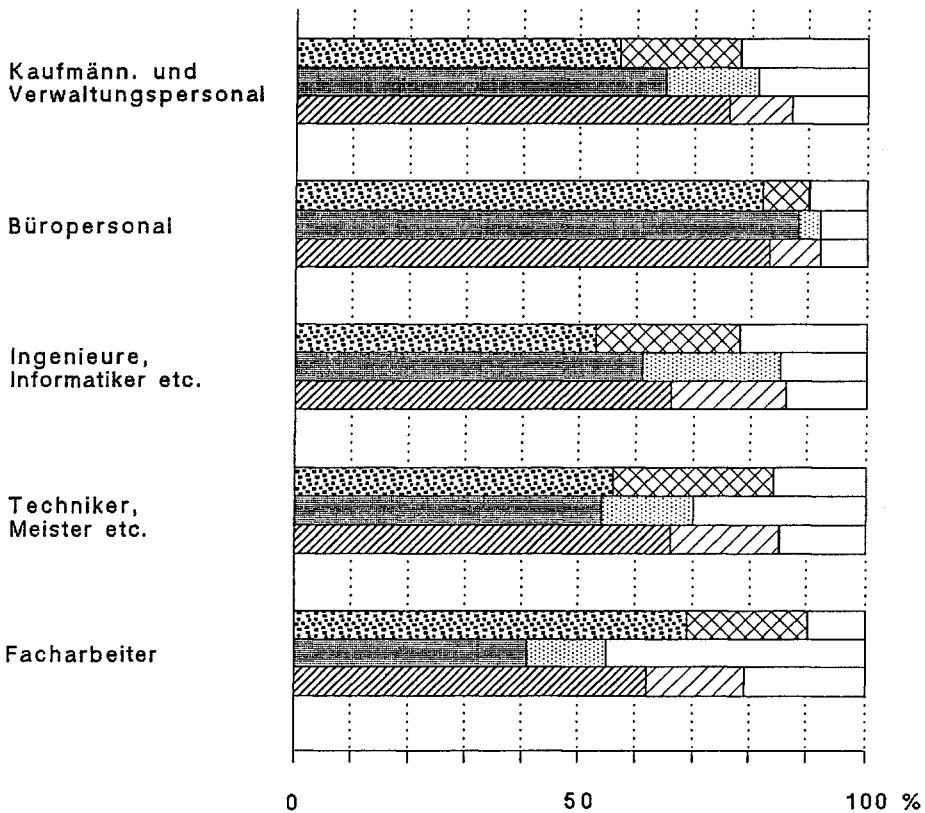


Bild 10.16: Betriebliche Teilnehmerzahlen für computerbezogene Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz
 (Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

Trotz inhaltlicher Vielfalt weisen die Maßnahmen in ihrer organisatorischen Durchführung eine hohe Standardisierung auf. Insbesondere orientiert sich ihre Dauer offensichtlich an den zumeist eher rigiden Freistellungsmöglichkeiten für die in Frage kommende Klientel.

So sind generell Maßnahmen, die mehr als zwei Wochen am Stück beanspruchen, schon deutlich in der Minderzahl (Bild 10.17). Nur ganz vereinzelt werden Mitarbeiter auf mehrmonatige Schulungen geschickt. In weit über der Hälfte aller Fälle sind jedoch die Qualifizierungsmaßnahmen auf nur 1 bis 5 Tage ausgelegt. Betriebe mit hohem Technikeinsatz gewähren im übrigen ihren Mitarbeitern kaum häufiger längere Kurse oder Lehrgänge als Betriebe mit schwachem Technikeinsatz (Bild 10.18). In manchen Fällen jedoch, wo dies als Manko empfunden wird, erfolgt durch wiederholte Teilnahme an Weiterbildungsveranstaltungen eine gewisse Kompensation.

Längerwährende Kurse sind in der Regel besonders ausgesuchten Mitarbeitern vorbehalten. Dabei handelt es sich entweder um EDV-Verantwortliche, oder sie gehören den Kadern an, in denen gerade die Einführung



Herstellerkurse		von 1 bis 5 / 6 bis 10 / 11 u.m. Tagen Dauer
sonst. externe WB		von 1 bis 5 / 6 bis 10 / 11 u.m. Tagen Dauer
Interne WB		von 1 bis 5 / 6 bis 10 / 11 u.m. Tagen Dauer

Bild 10.17: Maßnahmendauer computerbezogener Weiterbildung
(Investitionsgüterindustrie – N = 818)

einer bestimmten Computertechnik ansteht. Zuweilen finden sich darunter aber auch weniger exponierte Fachkräfte, wenn sich etwa Spezialisten für bestimmte Metallbearbeitungen auf völlig neue Verfahrensweisen umstellen müssen.

Ein Großbetrieb des Maschinenbaus modernisiert schrittweise seinen Produktionsapparat. Im Zuge des Auswechslens einer ganzen Generation alter Schleifmaschinen durch neuartige computergesteuerte und überwachte Bearbeitungssysteme wurde es notwendig, wenigstens zwei aus einer größeren Mannschaft erfahrener Schleifer für rund sechs Wochen zum Hersteller zu schicken (Fall 03, 6.000 Beschäftigte).

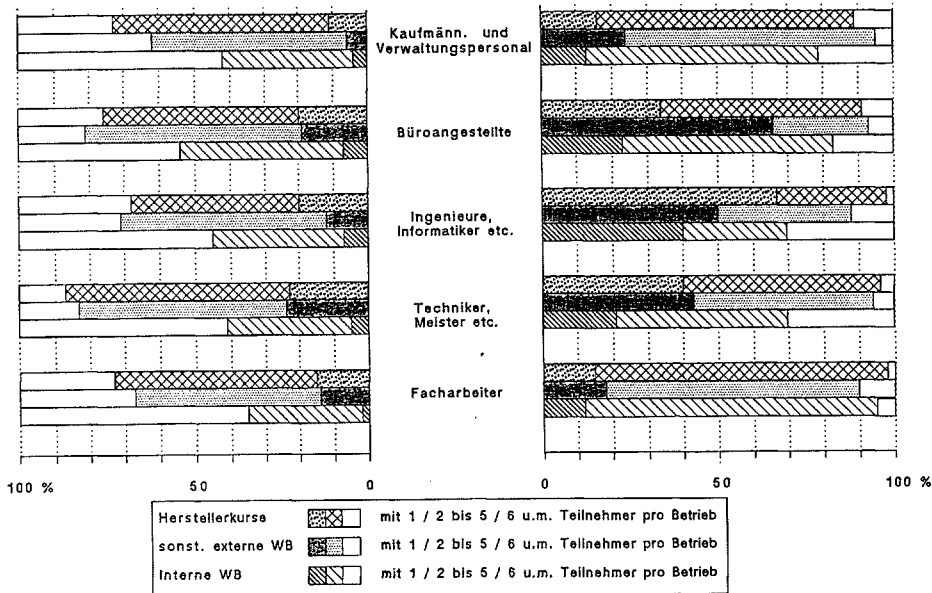


Bild 10.18: Maßnahmendauer computerbezogener Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz
(Investitionsgüterindustrie – N = 293 bzw. 399)

Im übrigen erwartet man nicht selten von Teilnehmern an externen Maßnahmen die Weitergabe des erworbenen Wissens an interessierte Kolleginnen und Kollegen: häufig eher informell und auf individuelle Nachfrage, zum Teil aber auch in durchaus systematischer Weise bis hin zur Durchführung regelrechter Veranstaltungen. Einige Firmen glauben dadurch, die unmittelbaren Qualifizierungskosten (Kursgebühren, Spesen etc.) zu reduzieren. Wichtiger ist jedoch die Überlegung, mittels eines quasi gestuften Verfahrens die insgesamt auflaufenden Ausfallzeiten minimieren und vor allem produktionsverträglich gestalten zu können. Ein Teil der betriebsinternen Lehrgänge beruhte somit (u.a.) auf der Sekundärverbreitung von extern erworbenen Informationen, Kenntnissen und Befähigungen.

10.2.4 Fazit

Mehrheitlich sehen sich die Firmen bislang nicht veranlaßt, im Zusammenhang mit computergestützter Rationalisierung und zunehmendem Rechnereinsatz gezielte Änderungen ihrer Nachwuchspflege im Rahmen der **beruflichen Erstausbildung** vorzunehmen. Zumeist fehlt der entsprechende Bedarfsdruck oder er kann über gezielte Personalauswahl und begrenzte Weiterbildung abgefangen werden. In diesem Kontext ist im Blick zu behalten, daß sich die spezifischen Anstöße zu einer Auffüllung des betrieblichen Qualifikationsreservoirs – zumal solche massiveren Charakters – erst in jüngster Zeit häufen. Im übrigen kommt es im Zuge allgemeiner

Reformen der Berufsbildung (so z. B. in den Metall- und Elektroberufen) zu Ausweitungen und Umakzentuierungen der Lehrinhalte in der beruflichen Erstausbildung. Obwohl diese generelleren qualifizierungspolitischen neuen Weichenstellungen in keinem direkten Zusammenhang zu steigendem Rechneinsatz im einzelnen Betrieb stehen, können sie natürlich dennoch mit zur Abdeckung jenes spezifisch induzierten Bedarfs an Qualifikationen beitragen. Außerdem erlaubt es gerade der starke Praxisbezug im Rahmen des sog. dualen Ausbildungssystems auch unterhalb der Schwelle expliziter Reformen neue Lehr- und Lerninhalte in die Erstausbildung zu integrieren. Umgekehrt verzichten einige Betriebe mit gestiegenen Qualifikationsanforderungen explizit darauf, diesen auf der Ebene der eigenen beruflichen Erstausbildung zu begegnen, da sich beispielsweise eine Vermehrung der Ausbildungsverhältnisse nicht mit übergeordneten personalwirtschaftlichen Überlegungen in Einklang bringen läßt oder weil infrastrukturelle Probleme auf dem Ausbildungssektor im Wege stehen. Vereinzelt ist die Ablehnung auch von Skepsis gegenüber den Inhalten bestimmter Ausbildungsberufe getragen.

Auf der Ebene der beruflichen Erstausbildung gibt es also für viele Betriebe keinen unmittelbaren umfassenderen Handlungsbedarf – um so weniger, als in den Augen der meisten Manager mit betrieblicher und überbetrieblicher **Weiterbildung** ein adäquateres Instrument der Qualifikationsanpassung zur Verfügung steht. Gezielte und rasche Einsetzbarkeit verleihen Weiterbildungsmaßnahmen zweifelsohne eine hohe Attraktivität zur Bewältigung von Anpassungsproblemen eher spezifischen Charakters; über dieses Instrument können fehlende Kenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit computergestützter Technik häufig relativ reibungslos und kostengünstig reduziert werden. So hat – wenn auch zumeist sehr punktuell und eher sparsam dosiert – computerbezogene Weiterbildung in der Investitionsgüterindustrie breiten Eingang gefunden. An umfassender und vorausschauender Qualifikationsverbesserung orientierte Maßnahmen stellen dagegen eher die Ausnahme dar. Auf nur wenige Einzelfälle beschränkt sich die Einbeziehung (tendenziell) des gesamten involvierten Personals, auch wenn es durch technisch-organisatorische Innovationen nur am Rande oder erst in fernerer Zukunft betroffen ist.

Im allgemeinen trägt somit die betriebliche Qualifizierungspolitik den Veränderungen durch Computereinsatz in eher konventioneller Weise Rechnung. Betriebe verlassen sich in erster Instanz und ganz wesentlich auf das in der Belegschaft inkorporierte qualifikatorische Anpassungspotential – sei es durch die Aktivierung brachliegender Befähigungen und Kenntnisse, sei es durch die Nutzung von Lernchancen, wie sie im konkreten Arbeitsvollzug gegeben sind. Tendenziell erst nach Ausschöpfung dieser Lösungsmöglichkeiten werden zusätzliche Qualifizierungsmaßnahmen i.e.S. eingesetzt. Spezielle Ausrichtung und Dringlichkeit solchermaßen entstehenden Qualifizierungsbedarfs favorisieren dabei nahezu zwangsläufig eine nur selektive Weiterbildung ausschließlich (von Teilen) des unmittelbar tangierten Personals.

Nur in einer Minderheit von Betrieben wird eine Qualifizierungspolitik betrieben, die nicht nur vom aktuellen Tagesgeschehen diktiert wird, sondern vorausschauend und in längerfristiger Perspektive auf geplanten technischen und organisatorischen Wandel betrieblicher Strukturen ausgerichtet ist. Dies gilt sowohl für eine betriebliche Weiterbildung, in die ein erheblicher Teil der Belegschaft einbezogen wird, als auch für die berufliche Erstausbildung.

10.3 Reaktive oder präventive Personalpolitik?

Betrachtet man die Ergebnisse der Breitenerhebung zusammen mit denen der Kurzrecherchen, so lassen sich **zwei Grundmuster** der personalwirtschaftlichen Bewältigung technisch-organisatorischer Innovationen im Zuge zunehmender Rechnerintegration ausmachen:

- Eine vorwiegend **reaktive Personalpolitik** setzt auf das „naturwüchsige“ Anpassungspotential der betrieblichen Arbeitsmärkte. Personalpolitik ist hier eher nur am Rande in betriebliche Innovations- und Rationalisierungsprozesse einbezogen. Besondere personalwirtschaftliche Maßnahmen werden tendenziell nur punktuell beim Auftreten spezifischer Problemlagen eingesetzt; besondere Qualifizierung wird nur bei offensichtlichen Defiziten, eher selektiv und in Form kurzfristiger und kurzzeitiger Weiterbildung nach aktuellem Bedarf durchgeführt.
- **Präventive Personalpolitik** macht dagegen Probleme der Personalentwicklung im Kontext technisch-organisatorischen Wandels sowie das auf Grundausbildung und differenzierten Anlernketten basierende betriebliche Anpassungspotential selber zum Gegenstand einer langfristig angelegten Personalplanung und daran orientierter einzelner personalwirtschaftlicher Maßnahmen. In dieser Perspektive haben dann auch gezielte Weiterbildungsmaßnahmen für einzelne Personen oder Belegschaftsgruppen beim Einsatz von Computersystemen einen systematischen Stellenwert.

Die **reaktive Personalpolitik** setzt bei technisch-organisatorischen Innovationen auf die Qualifizierungsleistung der betrieblichen Anlernketten sowie auf die der beruflichen Grundausbildung. Nur so ist es zu verstehen, daß ein gutes Drittel der in der Breitenerhebung erfaßten Betriebe keine personalwirtschaftlichen Konsequenzen beim Einsatz neuer Techniken registriert; befinden sich doch auch diese Firmen in einem ständigen, aber schrittweisen Prozeß der Veränderung der technisch-organisatorischen Strukturen im Sinne „schleichender“ Technisierung und Rationalisierung. Anpassungserfordernisse werden über den Einsatz besonders qualifizierter und flexibler Arbeitskräfte und deren Anlernung im laufenden Prozeß aufgefangen.

Mit zunehmendem Einsatz computergestützter und vernetzender Techniken nimmt die Zahl der Betriebe, die personalwirtschaftliche Konsequenzen

zen beim Personaleinsatz und -bedarf, im Zuschnitt der Arbeitsteilung, bei den Qualifikationsanforderungen, Umsetzungen und Qualifizierungsmaßnahmen registrieren und erwarten, deutlich zu. Auch hier dominieren jedoch defensive und reaktive Formen der Anpassung. Die Aufmerksamkeit richtet sich jeweils reaktiv auf aktuell und oft nur punktuell auftretende Defizite und Probleme. In der Regel bedarf es ganz konkreter und dringlicher Anlässe, damit betriebliche Personalpolitik aktiv wird: sei es mittels Personalabbau oder Außenrekrutierung, sei es in Form interner Umsetzungen mit und ohne ergänzende Qualifizierung, oder sei es allein durch Weiterbildung bisheriger Positionsinhaber.

Der externe Arbeitsmarkt wird primär zur Rekrutierung für Leitungspositionen (z.B. in der EDV-Abteilung oder der Arbeitsvorbereitung) in Anspruch genommen oder für bestimmte Spezialaufgaben, letzteres teilweise auch auf der Ebene von Büro- und Verwaltungsangestellten sowie Facharbeitern im gewerblichen Bereich. Generell wird der durch Rechnereinsatz induzierte Rekrutierungsbedarf gerne in Verbindung mit anderweitig bedingten Neueinstellungen – etwa aus Expansionsgründen oder wegen Fluktuationsersatz – realisiert, ebenso wie im umgekehrten Fall eines Personalüberhangs erst das Anpassungspotential des betrieblichen Arbeitsmarktes ausgeschöpft wird, bevor man etwa zu aktiven Formen des Personalabbaus greift. Eine in den normalen Personalumschlag eingebettete Personalanpassung spart Sonderaufwand für Ausschreibung, Einstellungs- oder Entlassungsverfahren etc. und vermeidet zudem Härten und Konflikte mit den Arbeitnehmern und ihrer Interessenvertretung.

Die Bedeutung betriebsinterner Lösungen wird durch die starke Verbreitung von Umsetzungen unterstrichen, die infolge verstärkten Einsatzes neuer Techniken vorgenommen werden (vgl. Bild 10.01). Der Auswahl von einzelnen Arbeitskräften für bestimmte Aufgaben können Mobilitätsketten zum Teil erheblicher Länge folgen, die auf späterer Stufe meist kaum noch den ursprünglichen Anstoß erkennen lassen.

Ganz überwiegend werden die Arbeitskräfte an neu entstehenden oder sich verändernden Arbeitsplätzen durch Einweisung und Einarbeitung mit den Anforderungen des Rechnereinsatzes vertraut gemacht. Die (vollständige) Aneignung entsprechender Befähigungen erfolgt in der Regel im learning-by-doing-Verfahren. Eine Ergänzung und Unterstützung dieses Prozesses durch explizite, betriebliche oder außerbetriebliche Qualifizierungsmaßnahmen findet jedoch zweifelsohne zunehmende Verbreitung. Auch hat sich gegenüber der Vergangenheit der Adressatenkreis solcher Qualifizierung etwas erweitert. Allerdings handhaben die meisten Betriebe Weiterbildung immer noch recht selektiv.

Mit der Betriebsgröße wächst tendenziell die Vielfalt der praktizierten Maßnahmen. Dabei differieren u.U. die Vorgehensweisen für bestimmte Mitarbeitergruppen. Das bedeutet beispielsweise im Rahmen einer CAD/CAM-Einführung: für die Konstruktionsabteilung Außenrekrutierung; in der Arbeitsvorbereitung Dominanz gezielter Personalauswahl und Umsetzung in Verbindung mit Weiterbildung; in der Werkstatt schließlich Beibe-

halten traditioneller Anlernmethoden mit Einweisung und sukzessiver Einarbeitung.

Die skizzierten Formen, mit personellen Engpässen oder Überkapazitäten umzugehen, tragen zweifelsohne dazu bei, die unmittelbaren Friktionen und Umstellungskosten in Grenzen zu halten. Diese unbestreitbare Effizienz wird allerdings mit zwei problemträchtigen Konsequenzen erkauft:

- Zum einen wird dabei ein erheblicher Teil der Anpassungslast den betroffenen Abteilungen und deren Personal aufgebürdet, wenn etwa aus personalwirtschaftlichen Gründen eine Stellenbesetzung verspätet bzw. suboptimal vorgenommen wird; oder wenn die Qualifizierung ohne fachliche Unterstützung, unter hohem Zeitdruck bzw. bei voller Leistungserwartung erfolgt. Ein solches Vorgehen beeinträchtigt nicht nur die Interessen der beteiligten Mitarbeiter, sondern es werden auch ein günstiger Implementationsverlauf und die optimale Nutzung der durchgeführten Innovationen gefährdet.
- Zum anderen kann sich durch die eher nachrangige, zum Teil dilatorische Behandlung personalwirtschaftlicher Erfordernisse bei verstärktem Einsatz neuer computergestützter Techniken auf Dauer eine (zunächst meist unterschwellige) Defizitsituation aufbauen, die zu einem späteren Zeitpunkt den Betrieb bereits bei relativ geringfügiger zusätzlicher Beanspruchung des Anpassungspotentials (dann oft ganz überraschend) in gravierende Problemsituationen bringt. Je forcierter die Anwendung von EDV-Systemen, desto wahrscheinlicher sind Krisen, wenn vorher zu lange und ausschließlich auf die „naturwüchsigen“ Anpassungspotentiale gesetzt worden ist. Diese werden im übrigen nicht nur durch permanente Überbeanspruchung sukzessive ausgelaugt, sondern sind auch bei künftig sich schwieriger gestaltenden Arbeitsmarktverhältnissen – etwa auf dem Facharbeitersektor – gefährdet.

Wie schon verschiedentlich angesprochen, korrespondiert eine Personalwirtschaft des dargestellten Zuschnitts mit dem Strukturkonservatismus vieler Betriebe in den Einsatzformen neuer Techniken, bei der Gestaltung von Arbeitsorganisation und Arbeitskräfteeinsatz. Diese enge Verzahnung ist einerseits mit die Grundlage einer (aktuell) erfolgreichen Bewältigung. Andererseits immunisieren sich dabei Betriebe gegen langfristig notwendig werdende Strukturveränderungen; zumindest bleiben die Chancen für eine frühzeitige und schrittweise Umorientierung häufig ungenutzt.

Gegenüber dem traditionellen Verständnis, bei Rationalisierungsvorhaben die personalpolitischen Konsequenzen und personellen Anpassungserfordernisse erst im Nachgang zu bereits entschiedenen oder gar realisierten technisch-organisatorischen Veränderungen aufzugreifen und dabei im wesentlichen nur die Bereinigung der nach naturwüchsigen Anpassungsprozessen verbleibenden Restprobleme vorzunehmen, liegt bei der **präventiven Personalpolitik** eine alternative Konzeption vor. Diese zeichnet sich dadurch aus, daß die technischen, betriebs- und arbeitsorganisatorischen sowie personalwirtschaftlichen Veränderungsprozesse als Einheit betrachtet werden. Schon bei der Entwicklung eines Umstrukturierungs-

konzepts werden personalwirtschaftliche Problemlagen und Perspektiven in die Zielfestlegung und Rahmenplanung eingebracht. In der Abwicklung wird auf die relativ langen Regelstrecken der Überführung in den angestrebten Zustand bei Technik, Organisation und Personal Rücksicht genommen. Um dabei möglichst weit den Interessen der vorhandenen Belegschaft Rechnung zu tragen und den Betroffenen den Übergang weitgehend zu erleichtern, sind langfristige Personalplanung sowie umfassende, zeitlich vorlaufende Qualifizierung notwendig.

Insgesamt gesehen, ist die Realität von diesem Idealbild noch weit entfernt. Elemente längerfristiger Personalplanung gewinnen zwar an Verbreitung, doch in der Masse vor allem der Klein- und Mittelbetriebe ist eine solche Praxis noch sehr schwach ausgeprägt. Zudem werden dabei oft eher spezifische personalpolitische Ziele (wie Karriereplanung, Vermeidung von Überalterung der Belegschaft u.ä.) verfolgt, als daß systematisch die soziale Integration der technisch-organisatorischen betrieblichen Innovationen betrieben würde.

In einer relevanten Minderheit der Fälle sind jedoch Ansätze zur systematischen Einbeziehung der Personal- und Qualifizierungspolitik in den Prozeß der fertigungs- und informationstechnischen Rationalisierung zu beobachten. Darunter finden sich vor allem solche Firmen, deren Rationalisierungsstrategien von tayloristischen Prinzipien abgehen und die entweder generell auf alternative Strukturen der Betriebs- und Arbeitsorganisation umsteigen oder aber zumindest mit diesen experimentieren⁴⁹⁾. Aufgrund früherer, zum Teil recht negativer Erfahrungen hat hier die Erkenntnis zugenommen, daß die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Einsatzes neuer Integrations-techniken auf Dauer nur unter angemessener Berücksichtigung der organisatorischen und personellen Probleme solcher Innovationen sichergestellt werden kann. Dieser Lernprozeß wird teilweise durch Forderungen seitens der Arbeitnehmer und ihrer Interessenvertretung unterstützt.

Neue Techniken und Arbeitsplätze mit ganzheitlichem Aufgabenzuschnitt stellen hohe Anforderungen an die Qualifikationen der Arbeitskräfte. Diese können nicht mehr allein über die Anlernung im laufenden Produktionsprozeß erworben werden. Die Praxis der „Bestenauswahl statt Qualifizierung“ bringt bei solchen Rahmenbedingungen erhebliche Belastungen und Risiken für die Betroffenen, aber auch für den Betrieb mit sich. Qualifikationsdefizite führen zu Überforderung, Streß und gesundheitlichen Gefährdungen. Bei dem Druck steigender Anlagekosten und kontinuierlicher Produktion verschärft sich für den Betrieb das Risiko von Störungen und sinkender Verfügbarkeit der Produktionsanlagen. Bei systematisch angelegten praktischen und theoretischen Qualifizierungsprozessen können dagegen durchaus beachtliche Qualifikationsdefizite überwunden werden. Damit ist eine zentrale Voraussetzung dafür erfüllt, daß der produktive Einsatz moderner Fertigungstechniken und die Einführung neuartiger Arbeitsformen nicht an Qualifikationsmängeln der verfügbaren Arbeitskräfte scheitern.

49) Zu den Merkmalen der „strukturverändernden“ und „strukturinnovativen“ Betriebe vgl. Kapitel 9.

11 Zusammenfassung

Im folgenden sollen die Ergebnisse der Studie kurz zusammengefaßt werden, die unter dem Titel „Stand und arbeitsorganisatorische Probleme des Einsatzes mikroelektronischer Systeme in Produktion und Verwaltung der Unternehmen“ vom ISF München im Auftrag des Rationalisierungskuratoriums der Deutschen Wirtschaft e.V. (RKW) zwischen 1986 und 1988 erarbeitet worden sind. Insgesamt sollte das Projekt A 161 in erster Linie Stand und Entwicklungstendenzen beim Einsatz computergestützter Systeme in Betrieben und Unternehmen der Bundesrepublik Deutschland herausarbeiten und dabei insbesondere auf die informationstechnische Vernetzung im produzierenden Gewerbe eingehen.

In Arbeitsteilung mit dem FIR Aachen, das parallel mit einem vor allem methodisch komplementären Projekt zur Thematik beauftragt war, konzentrierte sich das ISF München darauf, einen möglichst breiten Überblick über Vernetzungskonzepte und darauf bezogene betriebliche Einführungsprozesse und -probleme zu gewinnen. Als erster Teil dieser empirischen Bestandsaufnahme wurde im Herbst und Winter 1986/87 eine auf Repräsentativität angelegte postalische Betriebserhebung mit standardisiertem Fragebogen bei mehreren Tausend Industriebetrieben durchgeführt. Als zweiter Rechenschritt folgten 1987/88 Experteninterviews in rund sechzig ausgewählten Betrieben, um genauere Aussagen über technisch-organisatorische Integrationskonzepte, spezifische Rationalisierungsstrategien, Auswirkungen auf Arbeitsorganisation und Personaleinsatz etc. machen zu können.

11.1 CIM-Komponenten weniger verbreitet als erwartet

Angesichts der Bedeutung, die allgemein neueren betrieblichen Innovations- und Rationalisierungsprozessen in CIM-Perspektive für die Entwicklung der Industrie zugemessen wird, ist es eher erstaunlich, wie wenig bisher darüber bekannt ist, auf welchen Wegen, in welchem Tempo und mit welchen Konsequenzen für die Gestaltung von Produktionsarbeit sich die Betriebe dem Ziel zunehmender Rechnerintegration annähern.

Die Ergebnisse der ISF-Betriebserhebung 1986/87 geben einigen Aufschluß darüber, in welcher **Breite** der Einsatz von Rechnersystemen in der Produktion selbst und in ihrem Umfeld der Planung, Disposition, Steuerung und Kontrolle heute bereits in der Bundesrepublik Deutschland stattfindet, wie es mit der Vernetzung verschiedener betrieblicher Funktionen steht und welche Dynamik dieser Prozeß aufweist. Die folgenden Aussagen basieren auf der Auswertung von rund 1100 im Herbst/Winter 1986/87 beantworteten Fragebogen aus Betrieben der Investitionsgüterindustrie.

(1) Insgesamt ist der Einsatz moderner computergestützter Techniken noch nicht soweit fortgeschritten, wie es vor allem die technisch-ingenieurwissenschaftliche Fachdiskussion sowie einschlägige Herstellerangebote auf Ausstellungen, Messen etc. vermuten lassen.

- Zwar nutzen inzwischen die allermeisten Betriebe in irgendeiner Weise Computer, aber die Verbreitungsraten sind mit über 70 % sehr hoch nur in jenen administrativen Funktionen (wie insbesondere Finanz-/Geschäftsbuchhaltung und Lohn-/ Gehaltsabrechnung), für die schon lange Rechnersysteme entwickelt sind und angeboten werden.
- Recht weit verbreitet sind CNC-Steuerungen von Werkzeug- und sonstigen Maschinen (in etwa der Hälfte aller Betriebe und in ca. zwei Drittel der Maschinenbaubetriebe vorhanden); aber jeweils weniger als 4 % der Betriebe haben in ihren Fertigungswerkstätten jene viel diskutierten modernen und komplexen Maschinen- bzw. Steuerungssysteme wie flexible Fertigungszellen (FFZ – 3,7 %), flexible Fertigungssysteme (FFS – 2,8 %) oder DNC-Systeme (3,4 %) eingesetzt.
- Eher geringe Diffusionsraten in der Investitionsgüterindustrie – im Sinne des Einsatzes mindestens eines Systems pro Betrieb – gelten auch für weitere CIM-Komponenten, wie Industrieroboter/ Handhabungsgeräte (8,6 %), computergestützte Montagesysteme (5,1 %), Lager- (4,8 %) und Materialflusssysteme (0,7 %).

(2) In jenen betrieblichen Funktionen der Planung, Steuerung und Kontrolle, die wir zusammenfassend als „**produktionsnahe Dienste**“ bezeichnen und die vielfach als die Schlüsselfunktionen künftiger CIM-Strukturen gelten, arbeiten heute jeweils weniger als ein Fünftel der Betriebe mit Rechnern. PPS-, CAP- und CAD-Systeme sind in 15 % bis 17 % aller Betriebe im Einsatz, BDE-Systeme in rund 10 %, computergestützte Qualitätssicherung in nur 8 % der Betriebe.

(3) Sowohl in bestimmten administrativen Funktionen als auch in den produktionsnahen Diensten zeichnet sich aber eine **erhebliche Dynamik des Verbreitungsprozesses** von Rechnereinsatz bzw. CIM-Komponenten ab: In Konstruktion, Arbeitsplanung, Fertigungssteuerung usw. werden sich nach den Planungsabsichten der Betriebe bis etwa 1988/90 die Anwenderquoten in etwa verdoppeln, d.h. rund ein Drittel der Betriebe werden in diesen Funktionen in Kürze rechnergestützt arbeiten.

(4) In allen Funktionen ist der Computereinsatz in **größeren Betrieben** weiter verbreitet als in kleineren. Das bedeutet, daß relativ mehr Arbeitnehmer zumindest potentiell von den neuen Techniken betroffen sind, als durch die auf Betriebe bezogenen Diffusionsraten angezeigt wird. Zunehmend befassen sich jedoch auch mittlere und selbst schon recht kleine Betriebe mit der Einführung der einschlägigen neuen Techniken (wie z. B. PPS-Systeme). Daher ist auch in dieser Perspektive von einer erheblichen **Ausbreitungsdynamik** der Rechnertechnik von größeren zu mittleren und kleineren Betrieben auszugehen. So gibt es etwa beachtlich hohe Quoten von mittleren

Betrieben (mit 100 bis unter 500 Beschäftigten), die den erstmaligen Einstieg in rechnergestützte Arbeitsplanung/Programmierung (CAP) oder Produktionsplanung und -steuerung (PPS) für den Zeitraum 1988-90 vorsehen.

(5) Auch zwischen den einzelnen Industriebranchen und nach den je vorherrschenden Produkt- und Produktionsstrukturen lassen sich charakteristische Unterschiede in der Verbreitung von Computersystemen und CIM-Komponenten beobachten. Bei vielen Einzeltechniken finden sich hohe Verbreitungsraten vor allem in der Elektrotechnik und im Maschinenbau, geringere etwa im Stahl- und Leichtmetallbau oder in der EBM-Warenindustrie.

(6) Hinsichtlich der verschiedenen Einzelfunktionen zur Planung, Steuerung und Kontrolle des betrieblichen Produktionsprozesses, die vielfach im Zentrum der CIM-Diskussion stehen, zeigen sich folgende Zusammenhänge:

CAD-Systeme: diese sind in den größeren Betrieben der Elektrotechnik und des Maschinenbaus relativ weit verbreitet und werden nach Realisierung der geäußerten Planungsabsichten Anfang der 90er Jahre praktisch in allen Betrieben ab einer Beschäftigtenzahl von 500 vorhanden sein. Hohe Zuwächse an neuen Erstanwendern sind in Maschinenbau und Elektrotechnik bei Betrieben zwischen 100 und 500 Beschäftigten zu erwarten. In der EBM-Waren-Industrie sind dagegen noch kaum CAD-Systeme im Einsatz, ab einer Größe von 100 Beschäftigten gibt es jedoch vergleichsweise viele Betriebe, die den Einstieg in die CAD-Technik erstmals vorhaben.

CAP-Systeme: diese sind in den größeren Betrieben des Maschinenbaus und auch der EBM-Waren-Industrie weiter verbreitet als in den ähnlich großen Betrieben der Elektrotechnik. In den erstgenannten Branchen sind auch relativ mehr neue Erstanwender bis Anfang der 90er Jahre zu erwarten als in der Elektrotechnik, in der der Ausbreitungsprozeß eher zu stagnieren scheint. Im Maschinenbau und teilweise auch in der EBM-Industrie herrscht dagegen der Eindruck vor, daß kleinere und mittlere Betriebe „aufholen“ und sich der Verbreitungsgrad allmählich angleicht.

PPS-Systeme: hier gibt es in allen einzeln erfaßten Branchen ein relativ deutliches lineares Gefälle im Verbreitungsgrad zwischen großen und kleinen Betrieben, wobei im Maschinenbau und der EBM-Waren-Industrie noch deutlicher als in der Elektrotechnik ab einer Betriebsgröße von 500 Beschäftigten der Einsatz eines PPS-Systems bald zum Standard gehören wird. Im Maschinenbau wie auch in der Elektrotechnik ziehen die kleineren Betriebe offensichtlich nach, weniger deutlich ist dies in der EBM-Waren-Industrie.

CAQ-Systeme: hier gibt es sehr auffällige Unterschiede zwischen den Branchen. Computereinsatz in der Qualitätssicherung ist offensichtlich eine Domäne der Elektrotechnik; in fast allen Betriebsgrößenklassen liegt der (realisierte und geplante) Verbreitungsgrad höher als in den beiden anderen Branchen. Im Maschinenbau sind es nur die Betriebe mit minde-

stens 1.000 Beschäftigten, die bald zur Hälfte computergestützte Qualitätssicherung betreiben. Für die EBM-Waren-Industrie zeichnet sich hier eine Art Polarisierung ab: Betriebe mit über 1.000 Beschäftigten werden künftig alle über diese Technik verfügen, bei geringerer Betriebsgröße trifft dies dagegen nur auf weniger als 20 % zu.

Wie bereits betont, trifft auf alle diese im Zentrum der CIM-Diskussion stehenden Einzeltechniken zu, daß sich eine erhebliche – wenn auch im einzelnen nach Branchen und Betriebsgrößen unterschiedlich ausgeprägte – **Dynamik des Ausbreitungsprozesses** abzeichnet. Trotz der zu beobachtenden Angleichungstendenzen werden dabei allerdings noch erhebliche Unterschiede zwischen größeren und kleineren Betrieben und auch zwischen den einzelnen Industriebranchen bestehen bleiben.

(7) Die Unterschiede in der Verbreitung haben nicht zuletzt damit zu tun, wie spezifisch oder allgemein eine bestimmte Computertechnik einsetzbar ist. Dementsprechend ergeben sich, je nach betrieblichem Funktionsbereich, unterschiedliche Abhängigkeiten:

- Bestimmend für den Einsatz vieler Computertechniken in **Büro und Verwaltung** ist aufgrund ihrer tendenziell generellen Nutzbarkeit vor allem die Betriebsgröße. Zusätzliche Merkmale, wie etwa der Status eines Betriebs als Zweigwerk, werden eine gewisse Rolle spielen, wenn beispielsweise in der Buchhaltung auf Computereinsatz (noch) verzichtet wird. Bei Einkauf, Verkauf, Materialwirtschaft ist die teilweise eher branchenabhängige Art der Marktbeziehungen von Bedeutung. Abhängigkeiten zu produkt- oder produktionsstrukturellen Faktoren sind dagegen kaum durchschlagend.
- Sehr viel differenzierter ist das Bild beim EDV-Einsatz in den sog. **produktionsnahen Diensten** der Steuerung und Kontrolle des betrieblichen Produktionsprozesses. Zwar sind auch hier Betriebsgrößeneffekte nachweisbar (was sicherlich nicht zuletzt mit den hohen Kosten und Risiken der Einführung solcher Systeme zu tun hat), daneben spielen aber offensichtlich eher **produktionsstrukturelle** Faktoren eine wichtige Rolle, die stärker mit der Branche und der Fertigungsstruktur zu tun haben. So ist beispielsweise der PPS-Einsatz stark von den technisch-organisatorischen Anforderungen und Leistungen dieser Systeme geprägt und besonders attraktiv offensichtlich für Massen- bzw. Groß-/Mittelserienfertiger, die sich wiederum durch spezifische Erzeugnisstrukturen und fertigungsorganisatorische Prinzipien charakterisieren. Der höchste Anteil der CAD-Anwender findet sich dagegen nicht – wie angesichts der angepriesenen Vorteile dieser Systeme zu vermuten – bei den Herstellern von Standarderzeugnissen mit Varianten, sondern bei Betrieben mit stärker programmbezogener bzw. auf kundenspezifische Anforderungen ausgerichteter Produktion.
- Die Verbreitung computergestützter Techniken in den **Fertigungswerkstätten** zeigt – wie zu erwarten – starke Abhängigkeiten von den produkt- und produktionsbezogenen Anforderungen unterschied-

licher Betriebe. Deutliches Beispiel dafür ist etwa die überdurchschnittlich weite Verbreitung von CNC-Werkzeugmaschinen im Maschinenbau. Diese Technik ist besonders auf die Bedürfnisse dieses Industriezweigs ausgelegt, was allerdings nicht heißt, daß sie nicht auch für manche Betriebe anderer Branchen – gegebenenfalls in Randbereichen ihrer Produktion – attraktiv wäre.

- Auch beim Einsatz computergestützter Systeme in **Transport/Montage/Teilehandhabung** lassen sich neben bestimmten Branchen- und Betriebsgrößeneffekten Einflüsse spezifischer produkt- und produktionsstruktureller Bedingungen nachweisen. So ist etwa der höchste Anteil der Nutzer automatischer Montagesysteme bei Herstellern von Standarderzeugnissen in Massen- bzw. Großserienfertigung zu finden.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß das Profil der Betriebe, die bereits Computereinsatz praktizieren oder diesen planen, stark von den jeweiligen Funktionsbereichen bzw. computergestützten Einzeltechniken abhängt. Ganz offensichtlich ist die Gesamtsituation weniger durch eine Polarisierung zwischen Anwendern und Nicht-Anwendern von Computertechniken allgemein gekennzeichnet, als vielmehr durch eine stark **funktionsabhängig-selektive** Nutzung verschiedener Einzeltechniken und CIM-Komponenten durch die Betriebe.

11.2 Vernetzungsziele und Vernetzungslinien

Unter dem Kürzel CIM wird seit Jahren eine Vielzahl von im einzelnen recht unterschiedlichen technischen Konzepten und Strategien der Reorganisation in Richtung auf die „Fabrik der Zukunft“ angeboten, deren gemeinsamer Nenner in einer verstärkten Nutzung der modernen daten- und informationstechnischen Geräte und softwaretechnischen Entwicklungen besteht. Die mit diesen Konzepten verfolgten Zielsetzungen beziehen sich ganz allgemein auf eine bessere Planung, Steuerung, Nutzung und Kontrolle vorhandener Produktionskapazitäten, insbesondere auch unter den angesichts verschärfter Marktbedingungen wichtigen Aspekten der Rationalisierung, der Flexibilitätssteigerung und der Qualitätssicherung oder -erhöhung.

Vernetzungskonzepte können grundsätzlich auch über die Grenzen des Einzelbetriebs hinausweisen. Vor allem bei Betrieben, die in irgendeiner Weise zu einem Unternehmensverbund gehören, können die mit der computergestützten Integration verfolgten Ziele neben **innerbetrieblichen** auch das Einrichten **überbetrieblicher Vernetzungslinien** erfordern. Den Transfer von EDV-Daten gibt es jedoch auch zu Kunden, Zulieferern, externen Dienstleistungsunternehmen etc.

Wenn es um CIM-Strategien und die Strukturen der „Fabrik der Zukunft“ geht, stehen allerdings meist Fragen nach den Formen und Konsequenzen **innerbetrieblicher Vernetzung** im Vordergrund des Interesses. Dabei geht es vor allem um jene der Produktion vor- oder nachgelagerten Funktionen, die hier zusammenfassend als „produktionsnahe Dienste“ bezeichnet werden.

Anstöße und konkrete Ansatzpunkte zur computergestützten Integration sind oft in bestimmten betrieblichen Problemsituationen und Engpässen zu suchen, die einen spezifischen Rationalisierungsdruck auslösen. Dabei dürfen in der Regel Integrationslösungen erst dann verfolgt werden, wenn bereits Erfahrungen mit Computertechniken in Einzelfunktionen vorliegen. Ebenso wie bei den computergestützten Einzeltechniken – und damit durchaus zusammenhängend – ist von einer großen Vielfalt der angestrebten oder teilrealisierten – jeweils in unterschiedlicher Weise durch spezifische betriebliche Bedingungen geprägten – integrierenden Lösungskonzepte auszugehen. CIM-Systeme existieren nicht als marktgängige Komplettangebote. Angeboten werden vielmehr Einzelsysteme und Teillösungen der Rechnerintegration, die in einem langwierigen und risikoreichen Prozeß wechselseitiger Anpassung an gewachsene betriebliche Strukturen in CIM-Perspektive zu verknüpfen sind.

Dabei werden in der Regel zwei Hauptlinien **betriebsinterner Vernetzung oder Integration** unterschieden:

- Die erste Linie wird vielfach mit dem Kürzelpaar CAD/CAM bezeichnet. Hier geht es um die Verknüpfung **produktionstechnischer Funktionen**; sie nimmt ihren Ausgangspunkt in der Entwicklung oder Konstruktion und sucht von dort bestimmte Datenbestände, die die zu fertigenden Werkstücke beschreiben, über die Arbeitsvorbereitung (Arbeitsplanung und Programmierung – CAP) in die Fertigung oder ggf. auch Montage zu transferieren. Verkürzt wird hier gelegentlich auch von **vertikaler Vernetzung** gesprochen.
- Die zweite, gelegentlich auch als **horizontal** charakterisierte Vernetzungslinie ist um die stärker **betriebswirtschaftlichen oder administrativen Funktionen der Produktionsplanung und -steuerung** zentriert; hier geht es vor allem um die terminliche Steuerung und Koordination von Prozessen in Fertigung und Montage sowie in den vor- und nachgelagerten betrieblichen Planungs- und Kontrollbereichen, wie Auftrags- und Fertigungsplanung sowie Fertigungssteuerung und Terminüberwachung.

In unterschiedlicher Weise können in diese Kernbereiche der Vernetzung weitere Einzelfunktionen einbezogen sein, so etwa computergestützte Systeme der Qualitätssicherung (CAQ), die Steuerung der betrieblichen Materialwirtschaft, Systeme der Kostenkalkulation usw., woraus in Abstimmung mit den je vorherrschenden betriebspezifischen Bedingungen die große Vielfalt (teil-)realisierter oder geplanter Konzepte resultiert.

11.3 Hauptlinien innerbetrieblicher Vernetzung

Nach den Ergebnissen der ISF-Betriebserhebung 1986/87 spielen in der Investitionsgüterindustrie vor allem die folgenden Teillinien computergestützter Vernetzung eine zunehmende Rolle, wobei allerdings generell erst wenige Betriebe eine informationstechnische Verknüpfung zwischen zwei und mehr Funktionen realisiert haben.

(1) Beginnt man mit dem Kern der in **vertikaler** Richtung erfolgenden **produktionstechnischen Vernetzung**, so steht die Verbindung CAP-CAM zwischen Arbeitsplanung/Programmierung (CAP) und computergestützten Systemen in Fertigung und Montage (CAM)⁵⁰⁾ mit realisierten Verknüpfungen in 3,3 % und geplanten in 7,5 % der Betriebe an erster Stelle. Hier geht es in erster Linie um automatisierte Programmiersysteme; dazu gehört auch der DNC-Betrieb von CNC-Maschinen.⁵¹⁾ Mit realisierten Systemen in über 5 % und geplanten in ca. 12 % der Betriebe steht hier der Maschinenbau unter den verschiedenen Industriebranchen an der Spitze.

Es folgen in der Häufigkeit (Realisierung in jeweils knapp 3 % der Betriebe) die von der Konstruktion/Entwicklung ausgehenden Verbindungen CAD-CAP zur Arbeitsplanung/Programmierung einerseits, sowie CAD-CAM zu computergestützten Systemen in der Fertigung bzw. Montage andererseits. Jeweils weitere 8-9 % der Betriebe wollen diese Verknüpfung in absehbarer Zeit verwirklichen. Beide Vernetzungsformen sind mit ca. 6 % in der Elektrotechnik überdurchschnittlich weit verbreitet; im Maschinenbau gibt es mit 15 % bzw. 12 % relativ viele Betriebe, die die Ersteinführung planen, so daß Anfang der 90er Jahre in beiden genannten Branchen ein Verbreitungsniveau solcher Integrationslösungen von etwa 15 % bis 18 % erwartet werden kann.

Noch sehr selten bestehen bereits datentechnische Verbindungen von den Kernfunktionen des CAD/CAM zur computergestützten Qualitätssicherung (CAQ); nur rund 1 % bis 2 % der Betriebe geben an, solche Verbindungen schon gezogen zu haben, 4 % bis 5 % haben Planungen in dieser Richtung. Vor allem bei den von CAD bzw. CAP ausgehenden Vernetzungen zu CAQ dominiert mit realisierten Verbindungen in über 5 % und geplanten in über 10 % der Betriebe eindeutig die elektrotechnische Industrie.

(2) Systeme der **Produktionsplanung und -steuerung (PPS)**⁵²⁾ stellen bereits für sich genommen prinzipiell auf den gesamten betrieblichen Produktionsprozeß orientierte computertechnische Integrationskonzepte dar, wobei hier die terminliche, administrativ-betriebswirtschaftliche Planung und Steuerung des Betriebsablaufs im Vordergrund steht und dementspre-

50) Bei der Verwendung der EDV-technischen Begriffe und Kürzel lehnt sich die Studie an den Versuch einer Definition der CIM-Begriffe durch den AWF 1985 an.

51) Vgl. detaillierter zur vertikalen, produktionstechnischen Vernetzung – unter Einbezug der einzelbetrieblichen Recherchen – Kapitel 5.

52) Vgl. dazu ausführlicher Kapitel 6.

chend auch Verbindungen zu Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft vorhanden bzw. vorgesehen sind. Rund 15 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie haben dedizierte PPS-Systeme im Einsatz, etwa 19 % planen deren Einführung.⁵³⁾ Vor allem in der Elektrotechnik und im Maschinenbau ist die Verbreitung von PPS-Systemen mit 24 % bzw. 18 % bereits relativ hoch; in beiden Branchen liegen auch überdurchschnittlich viele Einführungsabsichten für PPS-Systeme (19 % bzw. 25 %) vor, so daß für Anfang der 90er Jahre hier mit Anwenderquoten von über 40 % zu rechnen ist – gegenüber rund 33 % im Durchschnitt der Investitionsgüterindustrie.

(3) Darüber hinaus existieren eine Reihe von Ansätzen, in **CIM-Perspektive Vernetzungen zwischen den betriebswirtschaftlich-administrativen und den produktionstechnischen Funktionen** einzurichten.

Bisher insgesamt am häufigsten realisiert ist eine Verknüpfung zwischen PPS-Systemen und computergestützter Arbeitsplanung (CAP). Knapp 4 % der Betriebe der Investitionsgüterindustrie geben an, diese Verbindung realisiert zu haben. Auch bei den Planungsabsichten wird diese Verbindung relativ am häufigsten genannt. Demnach werden in absehbarer Zeit ca. 15 % der Betriebe hier rechnerintegriert arbeiten. Überdurchschnittlich oft wird diese Verbindung – einem Trend bei den meisten Vernetzungsformen folgend – in der Elektrotechnik realisiert; aber auch im Maschinenbau ist die tatsächliche und die potentielle Anwenderquote überdurchschnittlich hoch. Eine vergleichsweise hohe Zuwachsrate neuer Erstanwender ist mit 12 % auch im Stahl-/Leichtmetallbau zu erwarten. Wie in allen anderen Fällen auch sind es selbstverständlich vor allem mittlere und größere Betriebe, die diese Vernetzungslinie verfolgen.

Die Verknüpfung zwischen PPS und CAM gibt es in ca. 2 % der Betriebe, weitere 9 % planen sie; diese Vernetzung ist vor allem in Maschinenbaubetrieben überdurchschnittlich oft realisiert (4,4 %) und geplant (13,4 %).

Schließlich weist noch die Verknüpfung zwischen CAD und PPS – vor allem bei den Planungen – einen vergleichsweise bedeutsamen Verbreitungsgrad auf. Diese Vernetzungslinie ist in der Elektrotechnik überdurchschnittlich oft verwirklicht; nach den Angaben zu den Planungen scheint sie aber auch für Maschinenbaubetriebe an Bedeutung zu gewinnen.

(4) Die genannten Integrationskonzepte folgen entweder den Hauptlinien vertikaler oder horizontaler computergestützter Vernetzung oder sind in CIM-Perspektive auf eine Verknüpfung zwischen administrativ-betriebswirtschaftlichen und produktionstechnischen Funktionen ausgerichtet. Alle Verbindungen sind jeweils nur in einer kleinen Minderheit der insgesamt erfaßten Betriebe (ca. 2 % bis 4 %) realisiert, stehen aber in einer drei- bis viermal so großen Zahl von Betrieben zur Verwirklichung an. Von den

53) Nimmt man computergestützte Materialwirtschaftssysteme, mit denen wichtige PPS-Funktionen abgedeckt werden können, hinzu, liegt die Anwenderquote bei 15 %.

Verbreitungsquoten realisierter bzw. geplanter Systeme her gesehen, läßt sich insgesamt ein eindeutiger Schwerpunkt an Vernetzungslinien kaum ausmachen. Allerdings gibt es neben der fast durchgehenden Tendenz einer mit der Betriebsgröße zunehmenden Verbreitung deutliche Hinweise auf branchenspezifisch unterschiedliche Schwerpunktsetzungen. Die fast ausschließlich auf die Elektrotechnik begrenzte, insgesamt noch sehr seltene Einbeziehung computergestützter Qualitätssicherung ist nur ein Beispiel dafür.

In einem Teil der Betriebe sind bereits breitere Vernetzungslösungen realisiert, teilrealisiert oder geplant. Komplexere, sich mindestens modellhaft der vieldiskutierten Totalvernetzung annähernden Konzepte sind jedoch in maximal einem Prozent der Betriebe der Investitionsgüterindustrie im Realisierungsprozeß. Dabei werden bisher häufig erst Modellösungen in einzelnen Produktlinien oder Abteilungen entwickelt und erprobt, deren Übertragung auf größere Bereiche oder den gesamten Betrieb erst noch bevorsteht. Der Weg zur Totalvernetzung scheint also noch weit!

11.4 Perspektiven der CIM-Entwicklung

Planung, Steuerung und Kontrolle des betrieblichen Produktionsprozesses bedürfen sowohl technisch-produktbezogener als auch terminlich-betriebswirtschaftlicher Daten und Informationen. Zwischen beiden bestehen zahlreiche Beziehungen und Abhängigkeiten, etwa der Art, daß durch Größe, Form, Komplexität, technische Bearbeitungsverfahren etc. eines Produktes, die in Konstruktion und (technischer) Arbeitsvorbereitung festgelegt werden, die für Termin-, Produktionsdurchlauf-, Kosten- oder Kapazitätsplanung wichtigen Größen, wie etwa Bearbeitungsdauer oder benötigte Maschinen, (mit)bestimmt werden.

Die in CIM-Perspektive erfolgende datentechnische Integration von terminlich-betriebswirtschaftlicher und produktionstechnischer, Planung, Steuerung und Kontrolle des Produktionsprozesses setzt das Vorhandensein entsprechender CIM-Teilkomponenten in beiden Funktionsbereichen voraus.

Nähere Analysen der Ergebnisse der Betriebserhebung zeigen, daß keineswegs alle Betriebe, bei denen in diesem Sinne 1986/87 ein Vernetzungspotential zwischen einem PPS-System und CAD/CAM-Funktionen vorhanden war, bereits solche Verknüpfungen realisiert hatten bzw. diese in absehbarer Zeit zu verwirklichen planten.

Bezogen auf verschiedene Vernetzungsmöglichkeiten, wie PPS-CAD, PPS-CAP oder PPS-CAM war es maximal etwa ein Drittel der Betriebe, die diese Möglichkeiten 1986/87 bereits realisiert hatten. Bei der Verbindung PPS-CAM trifft dies nur auf 15 % der Fälle, bei PPS-CAD auf 24% zu. Etwa ein Viertel bis zwei Fünftel der Betriebe planten immerhin, die prinzipiell möglichen Integrationslösungen auch auszubauen. Insgesamt wollen aber offensichtlich rund zwei Fünftel (42,5%) dieser Betriebe bis auf weiteres die zumindest prinzipiell gegebenen Möglichkeiten nicht umsetzen (das ent-

spricht rund 6 % aller Betriebe der Investitionsgüterindustrie). Auffällig ist vor allem, daß über die Hälfte der Betriebe mit PPS- und CAM-Systemen auch in Zukunft auf deren datentechnische Verknüpfung verzichten wollen.

Dies sind deutliche Hinweise darauf, daß selbst solche Betriebe bei einer weiterführenden CIM-Integration erheblichen Barrieren und Problemen gegenüberstehen, die durchaus schon Erfahrungen mit einzelnen CIM-Komponenten sowohl in terminlich-betriebswirtschaftlichen, als auch in produktionstechnischen Funktionen gemacht haben. Zwar scheint die Entwicklung mittlerweile soweit fortgeschritten, daß unter heute angebotenen Systemen die rein informationstechnische Vernetzbarkeit im Prinzip gewährleistet ist. Die eigentlichen Schwierigkeiten einer weitgehenden Vernetzung in CIM-Perspektive entspringen aber – wie die durchgeführten einzelbetrieblichen Recherchen belegen – organisatorischen und betriebspraktischen Problemen der Technischeinführung und Umsetzung der Konzepte. Dabei spielen sowohl der notwendige Aufwand bei der Datenreorganisation und der Überwindung von Schnittstellenproblemen bei der Verknüpfung bereits länger eingeführter „Insellösungen“ eine Rolle, als auch die retardierenden Momente gewachsener betrieblicher Funktionsverteilungen und Organisationsstrukturen. Vor dem Hintergrund

- meist älterer, technisch nicht vernetzungsfähiger Systeme,
- des hohen Aufwands der erforderlichen Datenreorganisation,
- der notwendigen ablauf- und aufbauorganisatorischen Eingriffe sowie
- meist gegebener zeitlicher und finanzieller Restriktionen

ist es nicht weiter verwunderlich, daß zum einen noch bei weitem nicht alle prinzipiell zur Vernetzung zwischen PPS- und CAD-/CAM-Systemen in CIM-Perspektive fähigen Betriebe diese bereits verwirklicht haben oder planen, und daß die in der Praxis vorgefundenen Datenverbindungen nur zum Teil als On line-Vernetzung in technischem Sinne gelten können.

Aufgrund der offensichtlich in vielen Betrieben vorhandenen Schwierigkeiten und Probleme der Realisierung weitreichender Vernetzungskonzepte in CIM-Perspektive ist davon auszugehen, daß die dafür erforderlichen Umsetzungszeiträume sehr oft länger als ursprünglich erwartet ausfallen werden. Dafür gab es bei den betrieblichen Einzelrecherchen zahlreiche Hinweise und konkrete Äußerungen.

Zwar wurden Betriebe angetroffen, die den in der schriftlichen Befragung angegebenen Zeitrahmen der geplanten Vernetzung für realistisch hielten, sie bildeten jedoch eher die Ausnahme. In den allermeisten Fällen wurden die Planungen im Feld computergestützter Integration als solche bestätigt, in der zeitlichen Dimension ihrer Realisierbarkeit jedoch – oftmals vor dem Hintergrund praktisch erfahrener Schwierigkeiten bei den Vernetzungsversuchen – revidiert, d.h. deutlich zeitlich verschoben. In wenigen Fällen wurden bestimmte Vernetzungsabsichten überhaupt storniert; dies traf insbesondere auf PPS-CAQ-Vernetzungen zu.

Nach diesen Erfahrungen können die Ergebnisse der Betriebserhebung zur Größe des künftig vorhandenen Vernetzungspotentials, zur Planung tatsächlicher Vernetzung sowie zu den dabei vorwiegend berücksichtigten CIM-Teillinien als weitgehend realistisch angesehen werden. Einschränkungen sind dagegen zu machen hinsichtlich des Realisierungszeitraums und bei der Frage, inwieweit es sich dabei um On line-Verbindungen technisch fortgeschrittener Art handelt. Einerseits werden oft noch eher organisatorische Verbindungen vorherrschen, andererseits wird sich der Realisierungszeitpunkt in vielen Fällen auf Mitte der 90er Jahre verschieben.

11.5 Vernetzungskonzepte und CIM-Strategien

Von ihrem Grundgedanken her richten sich CIM-Strategien auf die Durchdringung des gesamten betrieblichen Produktionsprozesses, auf die Vernetzung aller datentechnisch abbildbaren Teilprozesse der Planung, Steuerung und Kontrolle von Fertigung, Montage, Einkauf, Verkauf etc. Nach allen verfügbaren Informationen sind umfassende Lösungen dieser Art bisher allenfalls perspektivisch avisiert. In ihrem praktischen Vorgehen konzentrieren sich Betriebe in aller Regel auf begrenzte Ausschnitte des Gesamtprozesses, seien sie durch Produktlinien oder Teilbereiche der Produktion definiert und/oder um bestimmte Funktionen – wie Produktionssteuerung oder produktionstechnische Planung – zentriert. Diese Schwerpunktsetzungen dienen – angesichts begrenzter Ressourcen an (qualifiziertem) Personal, an Zeit und an finanziellen Mitteln – in erster Linie der Einschränkung der Risiken und des Aufwands. Bevor weitreichende und umfassende Lösungen angegangen und entwickelt werden, müssen erst Erfahrungen in begrenzten Einsatzgebieten der Integrationstechniken vorliegen und Voraussetzungen für weiterführende Innovationen geschaffen werden. Charakteristisch ist daher weitgehend ein stufenweises Vorgehen wechselseitiger Anpassung computergestützter Integrationstechniken und betrieblicher Strukturen, bei dem die Schwerpunktsetzungen selbstverständlich im Zeitablauf wechseln.

Sieht man davon ab, daß in einer großen Zahl von Betrieben der Investitionsgüterindustrie bisher keine oder nur sehr geringe Ansatzpunkte zur computerintegrierten Fertigung vorfindbar sind, lassen sich nach den primären Feldern der Vernetzung und den aktuellen Schwerpunkten betrieblichen Vorgehens vier Typen von CIM-Strategien unterscheiden:

(1) CAM-Strategie: Der Schwerpunkt des Einsatzes neuer Steuerungstechniken liegt in Einzelprozessen der Produktion oder Montage (CAM). Bei Betrieben, die diese Strategie verfolgen, geht es in erster Linie darum, die Rationalisierungsvorteile der neuen Techniken punktuell im unmittelbaren Produktions-/Montageprozeß zu nutzen. Die zentrale und technisch anspruchsvollste Entwicklungslinie in diesem Betriebsbereich stellen Versuche der Integration von Bearbeitungs-, Handhabungs- und Transportprozessen dar; so werden in der mechanischen Fertigung – z. B. vor allem bei der Einführung flexibler Fertigungssysteme (FFS) oder -zellen (FFZ) – in der Regel CNC-Werkzeugmaschinen, Be- und Entladeeinrichtungen,

Speichermöglichkeiten für Werkzeuge und Werkstücke sowie Steuerungs- und Überwachungssysteme miteinander verknüpft. Zusätzlich können Flexible Transportsysteme (FTS) Verwendung finden, die die Verbindung zu den umgebenden Teilen der Produktion (z. B. Lagersysteme) herstellen.

(2) PPS-Strategie: Hier ist die optimale betriebswirtschaftlich-administrative und terminliche Steuerung des gesamten Produktionsprozesses für den Betrieb von besonderer Bedeutung, weshalb vorrangig die sog. horizontale Vernetzung über ein PPS-System verfolgt wird. Einsatz finden diese Systeme in der Fertigungsplanung und -steuerung, Materialdisposition, Termin- und Kapazitätsplanung und Betriebsdatenerfassung. Nachdem mittlerweile bei diesen Systemen von Anbieterseite her die Grobplanung größtenteils bereits zufriedenstellend gelöst ist, gehen nunmehr Versuche in die Richtung, Feinplanungs- und Feinsteuerungsaufgaben EDV-gestützt durchzuführen.

(3) CAD/CAM-Strategie: Für andere Betriebe steht die sog. vertikale Vernetzung von der Konstruktion über Teilebearbeitung bis zur Montage und Qualitätssicherung (CAD-CAP-CAM-CAQ) im Vordergrund des Einsatzes integrierender Computertechniken. Hiermit soll insbesondere der technische Datenfluß über eine Mehrfachverwendung der in der Konstruktion erstellten Produktdaten und -zeichnungen optimiert werden. Die notwendige Voraussetzung und gleichzeitig die Kerntechnik sind in interaktiv-graphischen CAD-Systemen zu sehen, bei denen eine Tendenz hin zu 2 1/2D- und 3D-Systemen festzustellen ist. Die Endvision dieses Konzeptes sieht die vollständig EDV-gestützte Generierung von NC-Programmen und Arbeitsplänen aus den Geometriedaten und Stücklisten der Konstruktion und die automatische online-Einspielung dieser Daten in die automatisierten Fertigungseinrichtungen vor. Zusätzlich können computergestützte Qualitätssicherungssysteme in die Datenstruktur einbezogen sein.

(4) CIM-Strategie: Schließlich gibt es Betriebe, die bereits eine mehr oder weniger geschlossene CIM-Strategie verfolgen, die auf die komplette Vernetzung des gesamten Betriebes ausgerichtet ist. Diese Strategie schließt die anderen mit ein bzw. löst diese ab, indem bisherige Schwerpunktsetzungen zugunsten eines Gesamtkonzepts aufgegeben oder zumindest zurückgedrängt werden. Voraussetzung ist in der Regel eine bereits recht weitgehende Ausstattung des Betriebs mit CIM-Einzelkomponenten, wie z. B. CAD- und PPS-Systemen, deren Integrationsstand schon über inselartigen Einsatz hinausgetrieben worden ist. Zwei verschiedene Vernetzungskonzepte sind hier denkbar und wahrscheinlich: Ausgehend von einer zentralen Datenbank und eventuell einem CIM-Kernbereich werden die anderen betrieblichen funktionspezifischen Computersysteme in vorgeplanter Weise und unter Umständen sogar gleichzeitig mit ihrer Einführung integriert. Bei der zweiten Konzeption übernimmt eine Art zentrale Datenbank über bestimmte Computernetzwerke (z. B. LAN – local area networks) lediglich die Koordinierungsfunktion im Hinblick auf dezentral gesammelte und verwaltete Fachbereichsdaten. Konzeptionell ist diese Strategie jeweils auf den gesamten Betrieb ausgerichtet, Realisierungsschritte beziehen sich derzeit aber oft auf begrenzte Teilbereiche, etwa auf eine Produktlinie, zu deren Herstellung ein neues Werk aufgebaut wird.

Bei der großen Vielfalt der im einzelnen vorgefundenen Situationen und Vorgehensweisen haftet einem solchen Versuch der Typisierung und Zuordnung unvermeidlich ein gewisser Grad an Willkürlichkeit an, zumal hier nicht von langfristig stabilen, sondern im Innovationsprozeß rasch wechselnden Zuständen auszugehen ist. Die vorgefundenen Strategien weisen deutlich eine Art Durchgangscharakter auf und können im Zeitablauf wechseln. Aus heutiger Sicht ergibt sich für die Investitionsgüterindustrie folgendes Bild:

Insgesamt hat inzwischen offensichtlich das prinzipiell auf den Gesamtbetrieb orientierte, hier als CIM-Strategie definierte Konzept der Komplettvernetzung aller relevanten Planungs-, Steuerungs- und Kontrollfunktionen einen beachtlichen Stellenwert für die Ausrichtung betrieblicher Innovationspolitiken erreicht. Diese Strategie nimmt in der Verbreitung in den näher recherchierten Betrieben die Spitzenstellung ein; knapp ein Drittel der Betriebe orientieren sich an diesem Konzept. Annähernd gleich häufig genannt wird für die nächste Zeit die auf PPS-Funktionen zentrierte Strategie. Mit geringem Abstand (zutreffend für ca. ein Viertel der Betriebe) rangiert die vertikale Vernetzung über den CAD/CAM-Pfad auf Platz 3. Nur etwa jeder siebte Betrieb begnügt sich mit dem eher punktuellen Einsatz von Computer- und Steuerungstechniken in Produktion und Montage (CAM-Strategie).

Insgesamt werden auch hier die bereits aufgezeigten Zusammenhänge zwischen betrieblicher Innovationspolitik und strukturellen Charakteristika deutlich: Betriebsgröße, Branche, Produkt- und Produktionsstrukturen sowie damit zusammenhängende spezifische Marktanforderungen stellen offensichtlich wichtige Einflußfaktoren bei der Bestimmung von CIM-Strategien dar.

Auf dem Hintergrund der Ergebnisse der Breiterehebung, die einerseits auf eine noch sehr geringe Verbreitung komplexerer CIM-Lösungen, andererseits auf eine erhebliche Dynamik in diesem Feld verweisen, läßt sich hier resümierend festhalten, daß von den insgesamt noch relativ wenigen, in der computergestützten Integration aktiven Betrieben bereits erstaunlich viele eine auf die Vernetzung sämtlicher Planungs- und Steuerungsfunktionen gerichtete CIM-Strategie verfolgen. Offensichtlich werden zunehmend die zunächst dominanten, auf einzelne Funktionen zentrierten Strategien durch komplexere Konzepte abgelöst.

11.6 Zielsetzungen und Wirkungen des Computereinsatzes

Angesichts der relativ großen Zahl von Betrieben, die in den kommenden Jahren den Einsatz von Computern und EDV-gestützten Systemen noch ausweiten oder verstärken wollen, mag es nicht überraschen, daß sich in den Erhebungsergebnissen insgesamt das Bild einer positiven Bilanz widerspiegelt. Dennoch ist unverkennbar, daß bei einer ganzen Reihe von Betrieben ursprüngliche Zielsetzungen und tatsächlich eingetretene Wirkungen auseinanderklaffen.

Zum einen werden mit der Einführung computergestützter Techniken anvisierte Ziele nicht realisiert oder diese büßen im Lauf der Entwicklung ihren Stellenwert etwas ein. Statt dessen treten häufig ganz unerwartete Effekte auf, denen großenteils trotzdem Positives abgewonnen werden kann. Zum anderen bleiben die tatsächlich erreichten Veränderungen hinter den ursprünglich damit verbundenen Zielsetzungen zurück. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß bei vielen Betrieben die Entwicklung noch stark im Fluß ist, da sie erst seit kürzerem computergestützte Techniken anwenden.

Insgesamt gesehen, erfahren die Betriebe mehrheitlich Verbesserungen hinsichtlich der meisten Zielsetzungen, teilweise ist das ursprünglich Anvisierte bereits erreicht.

Am häufigsten erfolgreich sieht man sich bei der Verbesserung der Kalkulationsgrundlagen (85 %) und der beschleunigten Geschäftsabwicklung (79 %), sowie der erhöhten Transparenz des Betriebsgeschehens (86 %) und der verbesserten Dokumentation (85 %). In puncto Personaleinsparung (53 %), Humanisierung der Arbeit (56 %) und Imagesteigerung (54 %) registriert nur jeweils gut die Hälfte der Manager eine positive Entwicklung infolge der Einführung computergestützter Techniken. Dagegen kann diese Tendenz zum Besseren in der Frage der Ausschußreduzierung in der Produktion sowie bei der Eindämmung der Papierflut nur von einer Minderheit festgestellt werden; umgekehrt scheint sich für rund ein Drittel der Betriebe mit dem EDV-Einsatz der Papierkrieg sogar eher noch zu verstärken.

Aus der Sicht der meisten Betriebe ist der Einsatz computergestützter Techniken mit erheblichen **Veränderungen in organisatorischen und personalwirtschaftlichen Strukturen** verbunden. Nur eine verschwindende Minderheit (6 %) der in der schriftlichen Erhebung erfaßten Firmen sieht keinerlei Auswirkungen. Wie kaum anders zu erwarten, variieren die Auswirkungen in starkem Maße mit der betriebsindividuellen Situation. Generell ist jedoch erkennbar, daß mit der Einführung computergestützter Techniken oft weitreichende Umstrukturierungen einhergehen:

(1) Zum ersten zeigt sich vielfach die Notwendigkeit zu einer gesamtbetrieblichen Reorganisation. So wird etwa von einem Drittel der Betriebe entweder vom Wegfall (17 %) bisher existierender und/oder vom Entstehen zusätzlicher (11 %) bzw. neuartiger (8 %) Abteilungen berichtet.

(2) Zum zweiten bedeutet der Einsatz computergestützter Techniken für die meisten Betriebe in irgendeiner Form Veränderungen auf der Ebene einzelner Arbeitsplätze. Das Auftreten neuer Tätigkeiten steht dabei sicherlich im Vordergrund. So registriert etwas weniger als die Hälfte aller Betriebe das Entstehen neuartiger Arbeitsplätze (45 %). Dies geht z.T. einher mit dem Entstehen zusätzlicher Arbeitsplätze (18 %) und/oder dem Wegfall bisheriger Arbeitsplätze (25 %). Des weiteren ergibt sich daraus in einer ganzen Reihe von Fällen entweder eine Verstärkung der Arbeitsteilung (27 %) oder auch ein Rückgang der Arbeitsteilung (13 %). Die in den letzten Jahren vielfach diskutierte Tendenz zu einer generellen Reduzierung der Arbeitsteilung wird in dieser allgemeinen Form vom Erhebungs-

material also nicht gestützt. Eine erhebliche Anzahl von Betrieben beabsichtigen, die überkommene funktionale, fachliche und hierarchische Differenzierung beizubehalten bzw. auszubauen.⁵⁴⁾

(3) Zum dritten stimmen die Betriebe mehrheitlich darin überein, daß der Einsatz von EDV-Systemen mit veränderten Qualifikationen, zumindest bei bestimmten Beschäftigtengruppen, verbunden ist (59 %); dabei überwiegen die Nennungen mit einer Steigerung der Qualifikationsanforderungen (56 %) die mit einer Absenkung (2,5 %) um mehr als das Zwanzigfache. Veränderte Qualifikationsanforderungen korrespondieren bis zu einem gewissen Grad mit höheren (41 %) oder geringeren Leistungsanforderungen (4 %).

(4) Schließlich schlagen sich die verschiedenen Veränderungen bei Arbeitsorganisation und Arbeitskräfteeinsatz selbstverständlich im personalwirtschaftlichen Geschehen nieder. Die Einführung computergestützter Techniken führte bei weit über einem Drittel der befragten Betriebe (39 %) zu innerbetrieblichen Umsetzungen. Zu Neueinstellungen kam es bei knapp einem Viertel (22 %), zu Personaleinsparungen bei immerhin nicht ganz einem Drittel (30 %).

(5) Bei rund einem Drittel der erfaßten Betriebe kommt es zudem zu Veränderungen im Lohn- und Gehaltsgefüge: zum Teil nur in bezug auf einzelne Mitarbeiter (27 %), zum Teil aber auch für relevante Ausschnitte der Lohn- und Gehaltsstruktur (21 %). Dabei sind fast zehnmal so viele Fälle mit Höhergruppierungen (25 %) gegenüber solchen mit Abgruppierungen (2,6 %) zu beobachten; jedoch gibt es Einstufungsverbesserungen offensichtlich bei weitem nicht in allen Fällen von gestiegener Qualifikations- und/oder Leistungsanforderung. Aus den neuen, zumeist gestiegenen Qualifikationsanforderungen resultiert in den überwiegenden Fällen auch ein entsprechend erhöhter Schulungsbedarf (55 %), dem die Firmen allerdings nur zum Teil durch eigene Qualifizierungsmaßnahmen Rechnung tragen.

11.7 Hohe Stabilität vorherrschender Organisationsprinzipien

Auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft spielen Produktions- und Verwaltungsarbeit eine quantitativ abnehmende, aber qualitativ immer wichtiger werdende Rolle. Der Prozeß der betrieblichen Leistungserstellung gestaltet sich insbesondere bei zunehmenden Flexibilitätsanforderungen so komplex, daß eine umfassende informations- und maschinentechnische Automatisierung zwar angestrebt wird, aber auf absehbare Zeit kaum zu erreichen ist. In der Mensch-Maschine-Funktionsteilung gehen in der Tendenz

54) Näher dazu vgl. Kapitel 9.

und -prozesse beim Einsatz von CIM-Komponenten und ihrer Vernetzung für die Ausrichtung der betrieblichen Rationalisierungsstrategie und damit für die Entwicklung der Betriebs- und Arbeitsorganisation eine zentrale und durchaus eigenständige Rolle. Von Bedeutung sind dabei folgende Dimensionen: Planungskonzepte (Technik, Organisation, Personal), Planungsinstanzen (Fertigung, mittleres Management, Topmanagement), Planungskompetenz (innerbetrieblich, überbetrieblich), Partizipation (Betroffene, Interessenvertreter) etc..

So bildeten etwa bei den strukturinnovativen Betrieben Promotoren im Topmanagement, langfristig angelegte und umfassende Planungskonzepte und eine breite Beteiligung aller direkt und indirekt Betroffenen zentrale Voraussetzungen für einen grundlegenden Wandel der betrieblichen Rationalisierungsstrategie. Folgende Zusammenhänge waren von besonderer Bedeutung:

- dauernde Beteiligung und Dominanz des Topmanagements im Implementationsprozeß, das sich teilweise in internen Machtkämpfen gegen innerbetriebliche „Fürstentümer“ durchsetzen muß,
- Strategien des Offenhaltens von Optionen, vor allem über die planmäßige Steigerung des betrieblichen Qualifikations- und Flexibilitätspotentials,
- Antizipation zu erwartender externer Probleme (z. B. hinsichtlich Fachkräftemangels) und frühzeitiges Ergreifen von Gegenmaßnahmen,
- umfassende Einbeziehung der von Umstellungen betroffenen Arbeiter, ihrer Vorgesetzten und der betrieblichen Interessenvertreter.

Betrachtet man die untersuchten Fälle insgesamt, so zeigt sich, daß personalwirtschaftliche Konzepte und Praktiken im Implementationsprozeß von strategischer Bedeutung sind. Die traditionelle Praxis der bloß reaktiven und selektiven Anpassung des Personals an veränderte technische und organisatorische Gegebenheiten bringt erhebliche Probleme mit sich. Neue Techniken und erst recht neue Arbeitsstrukturen können scheitern, wenn es nicht gelingt, die betroffenen Arbeitskräfte mit breiten Qualifikationen auszustatten und die personellen Folgeprobleme zu lösen.

11.8 Personalwirtschaftliche Probleme und Politiken

Zwischen den Veränderungen der technisch-organisatorischen Strukturen bei rechnerintegrierter Fertigung und den personalwirtschaftlichen Praktiken besteht ein enger Zusammenhang. Die Personalwirtschaft muß die den gewählten betriebs- und arbeitsorganisatorischen Strukturen entsprechenden Humanressourcen bereitstellen und eventuelle Folgeprobleme abarbeiten. Wenn dies nicht gelingt, ist der Erfolg von CIM-Projekten insgesamt gefährdet.

Bei der Einführung von CIM-Komponenten und deren Vernetzung stellen sich der Personalwirtschaft drei eng miteinander verbundene **Probleme**:

- Zur Besetzung der im Zuge von Umstellungen neu entstandenen oder veränderten Arbeitsplätze muß geeignetes Personal gefunden werden. Dabei kann einerseits auf den internen und andererseits auf den externen Arbeitsmarkt zurückgegriffen werden, die Personalauswahl kann unterschiedlichen Strategien folgen.
- Dort, wo Umstellungen aus qualifikatorischen Gründen zur Verdrängung der bisherigen Arbeitsplatzinhaber führen oder aber in den jeweils betroffenen Bereichen Personal insgesamt abgebaut wird, stellen sich Probleme der anderweitigen Verwendung. In Frage kommen einerseits Umsetzung und Weiterbeschäftigung auf anderen Arbeitsplätzen, andererseits Personalabbau.
- Wenn sich die Qualifikationsanforderungen der zu besetzenden Arbeitsplätze und die Qualifikationsprofile der dafür in Frage kommenden Arbeitskräfte nicht decken, müssen Qualifizierungsprozesse eingeleitet werden. Hierbei spielt die betriebliche Aus- und Weiterbildung ebenso wie die Anlernung am Arbeitsplatz eine Rolle. Weiterhin geht es um die Intensität, Extensität und Selektivität der Qualifizierungsmaßnahmen.

Für die gesamte Investitionsgüterindustrie ist hierzu zusammenfassend festzustellen, daß zwar rückläufiger Personalbedarf eine gewisse Bedeutung hat, aber bisher nur selten größeren Problemdruck für die Personalpolitik erzeugt. Vielfach sind die technischen Innovationen noch zu jung, als daß bereits Personaleinsparungen in größerem Umfang auftreten; zuweilen entsteht im Einführungsprozeß sogar (vorübergehend) zusätzlicher Personalbedarf. Insbesondere bei qualifiziertem Personal wird ein beträchtlicher Teil möglicher Einsparungen bislang durch Zuweisung anderer Aufgaben innerbetrieblich abgefangen. Verbleibende Freisetzungspotentiale gehen oft in allgemeinen personalwirtschaftlichen Bewegungen auf und sind dann nur schwer der technisch-organisatorischen Rationalisierung direkt zuzuordnen.

Höheres Gewicht haben dagegen Probleme der adäquaten Stellenbesetzung. In der Regel ist der Einsatz computergestützter Technik mit neuen und zumeist gestiegenen Qualifikationsanforderungen verbunden. Nur in Ausnahmen verfügen die Firmen bereits vor der Einführung über ausreichend kompetentes Personal. Wo EDV zum ersten Mal Einzug hält, sind spezifische Vorkenntnisse naturgemäß eher die Ausnahme. Aber auch für computererfahrene Betriebe erzeugt (oder verschärft) jeder zusätzliche Rechnereinsatz entsprechende Engpässe beim Personal, zumal wenn davon neue Funktionsbereiche erfaßt werden. Dies gilt im Prinzip für jegliche Art des Computereinsatzes sowie auf allen Mitarbeitererebenen. Deshalb stellt sich die ausreichende Verfügbarkeit über einschlägiges Fachpersonal bei EDV-Anwendern mehrheitlich als Problem, je höher der Rechnereinsatz desto stärker.

Betrachtet man die Ergebnisse der Breitenerhebung zusammen mit denen der Kurzrecherchen, so lassen sich zwei Grundmuster der personalwirtschaftlichen Bewältigung technisch-organisatorischer Innovationen im Zuge zunehmender Rechnereinführung und -integration ausmachen:

- Eine vorwiegend **reaktive Personalpolitik** setzt auf das „naturwüchsige“ Anpassungspotential der betrieblichen Arbeitsmärkte. Personalpolitik ist hier eher nur am Rande in betriebliche Innovations- und Rationalisierungsprozesse einbezogen. Besondere personalwirtschaftliche Maßnahmen werden tendenziell nur punktuell beim Auftreten spezifischer Problemlagen eingesetzt; besondere Qualifizierung wird nur bei offensichtlichen Defiziten, eher selektiv und in Form kurzfristiger und kurzzeitiger Weiterbildung nach aktuellem Bedarf durchgeführt.
- **Präventive Personalpolitik** macht dagegen Probleme der Personalentwicklung im Kontext technisch-organisatorischen Wandels sowie das auf Grundausbildung und differenzierten Anlernenketten basierende betriebliche Anpassungspotential selber zum Gegenstand einer langfristig angelegten Personalplanung und daran orientierter einzelner personalwirtschaftlicher Maßnahmen. In dieser Perspektive haben dann auch gezielte Weiterbildungsmaßnahmen für einzelne Personen oder Belegschaftsgruppen beim Einsatz von Computersystemen einen systematischen Stellenwert.

Die **reaktive Personalpolitik** setzt bei technisch-organisatorischen Innovationen auf die Anpassungsleistungen des betrieblichen Arbeitsmarkts. Nur so ist es zu verstehen, daß ein gutes Drittel der in der Breitenerhebung erfaßten Betriebe keine personalwirtschaftlichen Konsequenzen beim Einsatz neuer Techniken registriert; befinden sich doch auch diese Firmen in einem ständigen, aber schrittweisen Prozeß der Veränderung der technisch-organisatorischen Strukturen im Sinne „schleichender“ Technisierung und Rationalisierung. Anpassungserfordernisse werden vor allem über den Einsatz besonders qualifizierter und flexibler Arbeitskräfte und deren Anlernung im laufenden Prozeß aufgefangen.

Mit zunehmendem Computereinsatz nimmt die Zahl der Betriebe, die personalwirtschaftliche Konsequenzen im Zuschnitt der Arbeitsteilung, bei den Qualifikationsanforderungen, Umsetzungen und Qualifizierungsmaßnahmen registrieren und erwarten, kontinuierlich zu. Auch hier dominieren jedoch defensive und reaktive Formen der Anpassung. Die Aufmerksamkeit richtet sich jeweils reaktiv auf aktuell auftretende Defizite. In der Regel bedarf es ganz konkreter und dringlicher Anlässe, damit der Betrieb aktiv wird: sei es mittels Außenrekrutierung, sei es in Form interner Umsetzungen mit und ohne ergänzende Qualifizierung, oder sei es allein durch Weiterbildung bisheriger Positionsinhaber.

Insgesamt dominieren betriebsinterne Lösungen in der Personalpolitik. Dies wird etwa durch die relativ weite Verbreitung von Umsetzungen unterstrichen. Ganz überwiegend werden Mitarbeiter durch Einweisung und

Einarbeitung mit den Anforderungen des Rechneinsatzes vertraut gemacht. Die (vollständige) Aneignung entsprechender Befähigungen erfolgt in der Regel im learning-by-doing-Verfahren. Eine Ergänzung und Unterstützung dieses Prozesses durch explizite Qualifizierungsmaßnahmen findet jedoch zweifelsohne zunehmende Verbreitung. Auch hat sich gegenüber der Vergangenheit der Adressatenkreis etwas erweitert. Allerdings haben die meisten Betriebe Weiterbildung immer noch recht selektiv.⁵⁵⁾

Eine Personalwirtschaft des dargestellten Zuschnitts korrespondiert mit dem Strukturkonservatismus vieler Betriebe in den Einsatzformen neuer Technik, Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung. Diese enge Verzahnung ist einerseits mit die Grundlage einer (aktuell) erfolgreichen Bewältigung. Andererseits immunisieren sich dabei Betriebe gegen langfristig notwendig werdenden, Strukturveränderungen; zumindest bleiben die Chancen für eine frühzeitige und schrittweise Umorientierung häufig ungenutzt.

Gegenüber dem traditionellen Verständnis, bei Rationalisierungsvorhaben die personellen Angelegenheiten erst im Nachgang zu bereits realisierten technisch-organisatorischen Veränderungen aufzugreifen und dabei im wesentlichen nur die Bereinigung aus naturwüchsigen Anpassungsprozessen verbleibender Restprobleme vorzunehmen, liegt bei der **präventiven Personalpolitik** eine alternative Konzeption vor. Diese zeichnet sich dadurch aus, daß die technischen, betriebsorganisatorischen und personalwirtschaftlichen Vorgänge als Einheit betrachtet werden. Schon bei der Entwicklung eines Umstrukturierungskonzepts werden personelle Belange in die Zielfestlegung und Rahmenplanung eingebracht. In der Abwicklung wird auf die relativ langen Regelstrecken bei der Überführung in den angestrebten Zustand Rücksicht genommen. Um dabei möglichst weit die Interessen der vorhandenen Belegschaft zu berücksichtigen und den Betroffenen den Übergang weitgehend zu erleichtern, sind langfristige Personalplanung sowie umfassende und zeitlich vorlaufende Qualifizierungsmaßnahmen notwendig.

Die Realität ist von diesem Idealbild noch entfernt. Elemente von Personalplanung gewinnen zwar an Verbreitung, doch in der Masse der Klein- und Mittelbetriebe ist diese Praxis noch eher schwach ausgeprägt. In einer relevanten Minderheit der Fälle sind jedoch Ansätze zur systematischen Einbeziehung der Personalpolitik und -planung in den Prozeß der fertigungs- und informationstechnischen Rationalisierung zu beobachten. Darunter finden sich vor allem solche Firmen, deren Rationalisierungsstrategien von tayloristischen Prinzipien abgehen und die entweder generell auf alternative Organisationsstrukturen umsteigen oder aber mit diesen experimentieren. Aufgrund früherer negativer Erfahrungen suchen diese Betriebe nach neuen Lösungen, unter angemessener Berücksichtigung der personellen

55) Ausführlicher zur Rolle der Aus- und Weiterbildung bei der Einführung computergestützter Techniken vgl. Kapitel 10.

Probleme auf Dauer die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Computersystemen sicherzustellen. Dieser Lernprozeß wird auch durch bestimmte Forderungen seitens der Arbeitnehmer und ihrer Interessenvertretung unterstützt.

Literatur

- Altmann, Norbert; Deiß, Manfred; Döhl, Volker; Sauer, Dieter: Ein „Neuer Rationalisierungstyp“ – neue Anforderungen an die Industriesoziologie. In: Soziale Welt, Heft 2/3, 37. Jg., 1986, S. 191-206.
- Altmann, Norbert; Düll, Klaus: Rationalisierung und neue Verhandlungsprobleme im Betrieb. In: WSI-Mitteilungen, Heft 5, 40. Jg., 1987, S. 261-269.
- Altmann, Norbert; Sauer, Dieter (Hrsg.): Integrative Rationalisierung und Zulieferindustrie – Sozialwissenschaftliche Aspekte zwischenbetrieblicher Arbeitsteilung, Campus Verlag, München, Frankfurt 1989 (Veröffentlichung in Vorbereitung).
- Anderl, Reiner: Schnittstellen zum Austausch von produktdefinierenden Daten – Ergebnisse nationaler und internationaler Normungsarbeit. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, Heft 4, 36. Jg., 1987, S. 160-165.
- AWF (Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung e.V.): Integrierter EDV-Einsatz in der Produktion – CIM (Computer Integrated Manufacturing) – Begriffe, Definitionen, Funktionszuordnungen, Eschborn 1985.
- Becker, Herbert: Automatisieren technischer Tätigkeiten und Prozesse. Teil 3: Fertigungsintegrierte Qualitätsprüfung, rechnerintegrierte Produktion. In: VDI-Z, Bd. 129, Nr. 3, 1987, S. 42-52.
- Behr, Marhild von; Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Qualifizierte Produktionsarbeit und CAD/CAM-Integration – Erste Befunde und Hypothesen. In: VDI-Z, Bd. 129, Nr. 1, 1987, S. 18-23.
- Behr, Marhild von; Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Arbeitsgestaltung bei CIM-Einführung. In: VDI-Z, Bd. 130, Nr. 7, 1988, S. 18-21.
- Benz-Overhage, Karin: Automatisierung der Fertigung im Maschinenbau und ihre Folgen für die Arbeitsgestaltung. In: WSI-Mitteilungen, Heft 2, 36. Jg., 1983, S. 79-88.
- Bergmann, Joachim; Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Springer, Roland; Wolf, Harald: Rationalisierung, Technisierung und Kontrolle des Arbeitsprozesses – Die Einführung der CNC-Technologie in Betrieben des Maschinenbaus, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1986.
- Berky, Günther: Technik und Organisation der NC-Programmierung. In: VDI-Z, Bd. 130, Nr. 5, 1988, S. 18-21.
- Bernhardt, Rolf: Die Konstruktion rationalisieren – konventionell und EDV-gestützt. In: VDI-Z, Bd. 129, Nr. 3, 1987, S. 21-25.
- Blum, Udo; Hartmann, Ernst A.: Facharbeiterorientierte CNC-Steuerungs- und Vernetzungskonzepte. In: Werkstatt und Betrieb, Heft 6, 121. Jg., 1988, S. 441-445.

- Böhle, Fritz; Milkau, Brigitte: Vom Handrad zum Bildschirm – Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß, Campus Verlag, Frankfurt/München 1988.
- Böhm, Ernst: PPS und Expertensysteme. In: AWF (Hrsg.): PPS 87 – Materialien des Kongresses PPS 87 im Böblinger Kongreßzentrum 4.-6.11.1987, Eschborn 1987.
- Brankamp, Klaus: PPS- und CIM-Realisierungen zwischen Luftschlössern und Realität. In: AWF (Hrsg.): PPS 87 – Materialien des Kongresses PPS 87 im Böblinger Kongreßzentrum 4.-6.11.1987, Eschborn 1987.
- Brödner, Peter: Fabrik 2000 – Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik, sigma bohn, Berlin 1985.
- Bullinger, Hans-Joerg (Hrsg.): Software-Ergonomie '85, Mensch-Computer-Interaktion, Teubner Verlag, Stuttgart 1985.
- Bullinger, Hans-Joerg; Lay, Klaus; Warschat, Joachim: Perspektiven aus der Integration von CA-Komponenten. In: Technische Rundschau, Heft 22, 79. Jg., 1987, S. 54-60.
- Bullinger, Hans-Joerg, unter Mitwirkung von Macht, M.; Salzer, C.; Warschat, J.: CIM – die Herausforderung der nächsten Jahre. In: Technische Rundschau, Heft 34, 80. Jg., 1988, S. 10-20.
- Bundesinstitut für Berufsbildung/Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (Hrsg.): Neue Technologien: Verbreitungsgrad, Qualifikation und Arbeitsbedingungen, Analysen aus der BIBB/IAB-Erhebung 1985/86, Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung Nr. 118, Nürnberg 1987.
- Cramer, Ulrich: Klein- und Mittelbetriebe – Hoffnungsträger der Beschäftigungspolitik? In: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Heft 1, 1987, S. 15-29.
- Deutscher Industrie- und Handelstag (Hrsg.): Berufsbildung, Weiterbildung, Bildungspolitik 1987/88, Bonn 1988.
- Düll, Klaus; Bechtle, Günter: Die „Simulierte Fabrik“ und die Zukunft des Massenarbeiters – Das Beispiel der Automatisierung von Montageprozessen in einem multinationalen Konzern der Elektroindustrie. In: SOFI-Mitteilungen, Nr. 15, 1988, S. 95-116.
- Erb, Walter: Gläserne Arbeit – Gläserner Mensch, IG Metall, Union-Druckerei und Verlagsanstalt GmbH, Frankfurt 1986.
- Fix-Sterz, Jutta; Lay, Gunter; Schultz-Wild, Rainer; Wengel, Jürgen: Flexible Fertigungssysteme und -zellen im Rahmen neuer Fabrikstrukturen in der Bundesrepublik Deutschland, FAST Internal Paper No. 135D, Brüssel 1987.
- Fix-Sterz, Jutta; Lay, Gunter; Schultz-Wild, Rainer; Wengel, Jürgen: Flexible Manufacturing Systems and Cells in the Scope of New Production Systems in Germany, FAST Occasional Papers No. 135, Brussels 1987.
- Förster, Hans-Ullrich; Hoff, Harald; Miessen, Eric: Marktspiegel – PPS-Systeme auf dem Prüfstand, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1986.
- Frese, Michael; Zapf, Dieter: Die Einführung von neuen Techniken verändert Qualifikationsanforderungen, Handlungsspielraum und Stressoren kaum – Ergebnisse einer

- Längsschnittuntersuchung. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, Heft 1, 41. Jg., 1987, S. 7-11.
- Geitner, Uwe; Chen, Jiany; Voss, Thomas: PPS-Marktübersicht. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, Heft 2, 1988, S. 68-82.
- Gilg, Marcel: Vom Direct zum Distributed Numerical Control. In: Technische Rundschau, Heft 13, 80. Jg., 1988, S. 16-23.
- Gremminger, Klaus: CIM-Modell auf Personal Computern. In: Technische Rundschau, Heft 39, 79. Jg., 1987, S. 144-149.
- Gronwald, Klaus-Dieter: CAD: Das Ende der Saurier – Geometrisches Modellieren, der Schritt von der Zeichnung zum Objekt. In: Technische Rundschau, Heft 39, 79. Jg., 1987, S. 124-129.
- Grupe, Ulrich: Der Siegeszug des Prozeßrechners setzt sich fort. In: Blick durch die Wirtschaft vom 22.1.87.
- Grupe, Ulrich; Hamacher, Bernd: Werkstattorientierte Auslegung und Entwicklung von CAD-CAM-Systemen. In: ISF München (Hrsg.): Arbeitsorganisation bei rechnerintegrierter Produktion, Karlsruhe 1988, S. 43-69.
- Hackstein, Rolf: Einführung in die technische Ablauforganisation, Carl Hanser Verlag, München/Wien 1985.
- Hackstein, Rolf (Hrsg.): Einsatz neuer Technologien aus arbeits- und betriebsorganisatorischer Sicht, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1987.
- Hackstein, Rolf: Fortschritte und Hemmnisse neuer Technologien. In: R. Hackstein (Hrsg.): Einsatz neuer Technologien aus arbeits- und betriebsorganisatorischer Sicht, Köln 1987, S. 1-19.
- Helberg, Peter: PPS als CIM-Baustein – Gestaltung der Produktionsplanung und -steuerung für die computerintegrierte Produktion, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1987.
- Hellwig, Horst E.; Hellwig, Ulrike; Paulus, Manfred: Die Kopplung von CAD und CAM – Teil 1: Mögliche Schnittstellen sowie ihre Vor- und Nachteile. In: VDI-Z, Bd. 125, Nr. 10, 1983, S. 355-360.
- Hellwig, Horst E.; Hellwig, Ulrike; Paulus, Manfred: Die Kopplung von CAD und CAM – Teil 2: Der Informationsfluß von der Konstruktion zur Fertigung. In: VDI-Z, Bd. 125, Nr. 11, 1983, S. 455-460.
- Hellwig, Horst E.; Hellwig, Ulrike; Paulus, Manfred: Die Kopplung und die Integration von CAD und CAM – Teil 3: CAD/NC-Kopplung. In: VDI-Z, Bd. 127, Nr. 1/2, 1985, S. 28-32.
- Hellwig, Horst E.; Hellwig, Ulrike; Johann, Uwe: Die Integration von CAD und CAM – Teil 4: Die Integration von NC-Funktionen in CAD-Systeme. In: VDI-Z, Bd. 130, Nr. 5, 1988, S. 22-25.
- Herrscher, Albert; Walter, Wolfgang: Durchgängiges CAD-NC-BDE-System für Drehzellen. In: wt/87 (Zeitschrift für industrielle Fertigung), Heft 8, 77. Jg., 1987, S. 419-423.

- Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Organisieren mit EDV – Bedingungen und arbeitsorganisatorische Folgen des Einsatzes von Systemen der Fertigungssteuerung in Maschinenbau-betrieben, R.G. Fischer Verlag, Frankfurt 1984.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Technische Entwicklungslinien und ihre Konsequenzen für die Arbeitsgestaltung. In: H. Hirsch-Kreinsen; R. Schultz-Wild (Hrsg.): Rechnerintegrierte Produktion, Frankfurt/München 1986, S. 13-48.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Rechnerintegrierte Produktionstechniken und Konsequenzen für die Arbeitsgestaltung – Diskussionsprotokoll. In: IG Metall (Hrsg.): CIM oder die Zukunft der Arbeit in rechnerintegrierten Fabrikstrukturen – Ergebnisse einer Fachtagung der IG Metall, Frankfurt 1987, S. 55-69.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Soziale Bedingungen der NC-Entwicklung – in den USA und der Bundesrepublik Deutschland. In: Zwf, Heft 8, 83. Jg., 1988, S. 422-425.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Behr, Marhild von: Implementation rechnerintegrierter Systeme und Gestaltung der Arbeitsorganisation. In: ISF München (Hrsg.): Arbeitsorganisation bei rechnerintegrierter Produktion, Karlsruhe 1988, S. 25-42.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Schultz-Wild, Rainer (Hrsg.): Rechnerintegrierte Produktion – Zur Entwicklung von Technik und Arbeit in der Metallindustrie, Campus Verlag, Frankfurt/München 1986.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Wolf, Harald: Neue Produktionstechniken und Arbeitsorganisation – Interessen und Strategien betrieblicher Akteure. In: Soziale Welt, Heft 2, 38. Jg., 1987, S. 181-196.
- Hoff, Harald: CIM – Realität und Zukunftsvision zugleich. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, Heft 1, 36. Jg., 1987, S. 9-13.
- IG Metall (Hrsg.): CIM oder die Zukunft der Arbeit in rechnerintegrierten Fabrikstrukturen – Ergebnisse einer Fachtagung der IG Metall, Union-Druckerei und Verlagsanstalt GmbH, Frankfurt 1987.
- ISF München (Hrsg.): Arbeitsorganisation bei rechnerintegrierter Produktion – Zur Einführung neuer Techniken in der Metallindustrie, KfK-PFT 137, Karlsruhe 1988.
- Jahn, S.; Kalb, H.: Arbeiten am PPS-Facharbeitsplatz – Interaktion mit Werkzeugen. In: H.-J. Bullinger (Hrsg.): Software-Ergonomie '85, Stuttgart 1985, S. 260-269.
- Jorissen, H. Dieter; Kämpfer, Siegfried; Schulte, Hermann J.: Die neue Fabrik – Chance und Risiko industrieller Automatisierung, VDI-Verlag, Düsseldorf 1986.
- Kau, Wienand: Betriebliche Ausbildungsleistungen im Spiegel der Beschäftigtenstatistik. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, Heft 2, 1987, S. 59-61.
- Kief, Hans B.: NC-Handbuch '86, NC-Handbuch-Verlag, Michelstadt 1986.
- Köhl, Eva; Esser, Udo; Kemmner, Andreas; Förster, Hans-Ullrich: CIM zwischen Anspruch und Wirklichkeit – Erfahrungen, Trends und Perspektiven, RKW-Verlag, Eschborn und Verlag TÜV Rheinland, Köln 1989.

- Köhler, Christoph: Thesen zum Qualifikationswandel im deutschen Maschinenbau. In: W. Kruse (Hrsg.): Der qualifizierte Arbeiter, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1989.
- Köhler, Christoph; Nuber, Christoph; Schultz-Wild, Rainer: Rationalisierungsprozesse mit verdeckten Folgen – Ansätze gewerkschaftlicher Politik. In: AFA-Informationen (Arbeitsausschuß für Arbeitsstudien), Heft 4, 37. Jg., 1987, S. 9-25.
- Köhler, Christoph; Nuber, Christoph: Probleme und Strategien der Durchsetzung qualifizierter Gruppenarbeit. In: ISF München (Hrsg.): Arbeitsorganisation bei rechnerintelligenter Produktion, Karlsruhe 1988, S. 113-133.
- Kruse, Wilfried (Hrsg.): Der qualifizierte Arbeiter – Die spanische und deutsche Diskussion um eine zentrale Figur im Arbeitskräfteeinsatz, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1989 (Veröffentlichung in Vorbereitung).
- Kölle, Jürgen: PPS als zentraler Baustein von CIM. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, Heft 1, 1988, S. 10-14.
- Kuntze, Uwe; Lay, Gunter; Wengel, Jürgen: CAD und CAM zunehmend genutzt – Umfassende Planung sichert bedarfsgerechte Realisierung. In: VDI-Z, Bd. 130, Nr. 3, 1988, S. 18-21.
- Kurpicz, Ralf: Einsatzwirkungen integrierter Standard-Software zur Produktionsplanung und -steuerung in kleinen und mittleren Unternehmen, Peter Lang Verlag, Bern/New York/Paris 1987.
- Lay, Gunter: Anwender realistisch: CAD/CAM statt CIM. In: VDI-Nachrichten Nr. 24, 1986, S. 30.
- Lay, Gunter; Maisch, Karl; Schneider, Robert: Technischer Stand, Verbreitung und arbeitsorganisatorische Einsatzformen vernetzter Systeme – Diskussionsprotokoll. In: IG Metall (Hrsg.): CIM oder die Zukunft der Arbeit in rechnerintegrierten Fabrikstrukturen, Frankfurt 1987, S. 97-125.
- Lutz, Burkart; Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Vorläufige Thesen zu gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungstendenzen von Rationalisierung und Industriearbeit. In: Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung, Mitteilungen 1, Juni 1987, S. 158-165.
- Lutz, Burkart; Nuber, Christoph; Schultz-Wild, Rainer: Das große Probieren. Serie „Fabrik der Zukunft“, Teil 6. In: Bild der Wissenschaft, Heft 9, 1987, S. 111-115.
- Maase, Mira; Sengenberger, Werner; Weltz, Friedrich: Weiterbildung – Aktionsfeld für den Betriebsrat? Eine Studie über Arbeitnehmerinteressen und betriebliche Personalpolitik, 1. Auflage 1975, Europäische Verlagsanstalt, Köln/München 1975. (2. Auflage 1978, Campus Verlag, Frankfurt/München 1978.)
- Maase, Mira; Schultz-Wild, Rainer (Hrsg.): Personalplanung zwischen Wachstum und Stagnation – Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1980.
- Maier, Helmut: CIM-Expertise im Auftrag des Instituts für Sozialwissenschaftliche Forschung, München, und des Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, unveröff. Manuskript, Leopoldshafen 1985.

- Maier, Helmut: Datentechnische Möglichkeiten und Probleme der CAD/CAM-Integration. In: H. Hirsch-Kreinsen; R. Schultz-Wild (Hrsg.): Rechnerintegrierte Produktion, Frankfurt/München 1986, S. 49-81.
- Manske, Fred: Computerunterstützte Fertigungssteuerung im Kleinbetrieb – Gestaltungshinweise für Technik, Organisation und Arbeit. Fortschritt-Berichte, VDI Reihe 2, Nr. 135, Düsseldorf 1987.
- Manske, Fred; Wobbe-Ohlenburg, Werner: Computereinsätze im Bereich technischer Angestellter – Zur Veränderung von produktionsvorbereitenden und -steuernden Arbeiten im Bereich der Kleinserie durch CAP/CAM. In: WSI-Mitteilungen, Heft 2, 36. Jg., 1983, S. 111-119.
- Manske, Fred; Wobbe-Ohlenburg, Werner: Rechnerunterstützte Systeme der Fertigungssteuerung in der Kleinserienfertigung, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe 1984.
- Manske, Fred; Wobbe-Ohlenburg, Werner, unter Mitarbeit von Mickler, Otfried: Computerunterstützte Fertigungssteuerung im Maschinenbau- Gestaltungshinweise für Technik, Organisation und Arbeit. Fortschritt-Berichte, VDI Reihe 2, Nr. 135, Düsseldorf 1987.
- Manske, Fred; Wolf, Harald: Technische Angestellte, Rationalisierung und Arbeitspolitik. In: WSI-Mitteilungen, Heft 6, 1987, S. 345-353.
- Manske, Fred; Wolf, Harald: Hat die Arbeitsvorbereitung noch eine Zukunft? – Bedeutung und Organisation arbeitsvorbereitender Tätigkeiten in der „computerisierten“ Fertigung. In: VDI-Z, Bd. 130, Nr. 5, 1988, S. 12-17.
- Mendus, Hans Gerhard; Weimer, Stefanie: Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Kleinbetrieben mit enger Bindung an Großunternehmen. In: Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.): Partnerschaft zwischen großen und kleinen Unternehmen, Brüssel 1989.
- Merhar, Guntram: Computeranwendung in Konstruktion und Entwicklung. In: Technische Rundschau, Heft 29, 79. Jg., 1987, S. 44-49.
- Moldaschl, Manfred: CIM: Zentralistische Dezentralisierung? In: IG Metall (Hrsg.): CIM oder die Zukunft der Arbeit in rechnerintegrierten Fabrikstrukturen, Frankfurt 1987, S. 185-196.
- Moldaschl, Manfred: Grenzen der Mechanisierung geistiger Arbeit – Expertensysteme in der Produktion. In: Die Mitbestimmung, Heft 9, 34. Jg., 1988, S. 481-485.
- Nuber, Christoph; Schultz-Wild, Rainer; Fischer-Krippendorf, Ruth; Rehberg, Frank: EDV-Einsatz und computergestützte Integration in Fertigung und Verwaltung von Industriebetrieben, hektogr. Bericht, München 1987.
- Nullmeier, Erhard; Rödiger, Karl-Heinz: Arbeitsorientierte Anforderungen an die Gestaltung von PPS-Systemen. In: H. Hirsch-Kreinsen; R. Schultz-Wild (Hrsg.): Rechnerintegrierte Produktion, Frankfurt/München 1986, S. 111-141.
- Pabst, Hans-Jürgen: Analyse der betriebswirtschaftlichen Effizienz einer computergestützten Fertigungssteuerung mit CAPOSS-E, Peter Lang Verlag, Frankfurt/Bern/ New York 1985.

- Rapp, Helmut: Kontrolle ist gut, Vertrauen ist besser. In: VDI-Nachrichten Nr. 36, 1985, S. 27.
- Reinking, Joachim-Dietrich: Der Wandel im Konstruktionsprozeß durch CAD. In: VDI-Z, Bd. 129, Nr. 5, 1987, S. 58-62.
- Roos, Erich; Förster, Hans-Ullrich; Löffelholz, Friedrich Freiherr von: Marktspiegel – PPS-Systeme auf dem Prüfstand – Leistungsbeschreibung von Standardsystemen zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS), hrsg. von Rolf Hackstein, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1988.
- Roschmann, Karl-Heinz: Betriebsdatenerfassung in Industrieunternehmen, Verlag 'moderne industrie', Eschborn/München 1979.
- Roth, Siegfried: Selbststeuerung der Arbeit als Gestaltungsprinzip für CIM. In: VDI-Z, Bd. 130, Nr. 6, 1988, S. 30-34.
- Schaeffer, B.: NC-Programmierung und CAD/CAM-Integration. In: Zwf, Heft 1, 82 Jg., 1987, S. 12-16.
- Scheer, August-Wilhelm: CIM (Computer Integrated Manufacturing) – Der computergesteuerte Industriebetrieb, Springer-Verlag, Saarbrücken 1987.
- Schlingensiepen, Jürgen: Die Werkzeugdatei – CA-Schnittstelle zwischen Konstruktion und Fertigung. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, Heft 4, 36. Jg., 1987, S. 166-173.
- Schneider, Roland: Computertechnologien in der Produktion – Zur Veränderung industrieller Arbeit durch Automatisierung. In: WSI-Mitteilungen, Heft 2, 36. Jg., 1983, S. 66-79.
- Schultz-Wild, Rainer: Betriebliche Beschäftigungspolitik in der Krise, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1978.
- Schultz-Wild, Rainer: Transformation Conditions of Future Factory Structures – Technology, Organization, Education and Vocational Training. In: Computer-Integrated Manufacturing Systems, Vol. 1, No. 2, May 1988, pp. 82-88.
- Schultz-Wild, Rainer: Work Design and Work Organization in Flexible Manufacturing Systems. Proceedings of the 10th IFAC World Congress on Automatic Control, Munich 1987, Volume 5, Düsseldorf 1987, pp. 333-339.
- Schultz-Wild, Rainer: An der Schwelle zur Rechnerintegration – Zur Verbreitung von CIM-Techniken in der Investitionsgüterindustrie. In: VDI-Z, Bd. 130, Nr. 9, 1988, S. 40-46.
- Schultz-Wild, Rainer; Asendorf, Inge; Behr, Marhild von; Köhler, Christoph; Lutz, Burkart; Nuber Christoph: Flexible Fertigung und Industriearbeit – Die Einführung eines flexiblen Fertigungssystems in einem Maschinenbaubetrieb, Campus Verlag, Frankfurt/München 1986.
- Schulz, Herbert: Anwendung von PPS-Systemen in mittelständischen Maschinenbauunternehmen. In: VDMA (Hrsg.): PPS in der CIM-Umgebung, Informationstagung für das Management, Maschinenbau Verlag, Frankfurt 1988.

- Seliger, Günther; Schallock, Burkhard: Entwicklungspfade zur rechnergeführten Fertigung. In: Technische Rundschau, Heft 49, 79. Jg., 1987, S. 38-43.
- Semlinger, Klaus; Mendius, Hans Gerhard: Personalplanung und Personalpolitik in der gewerblichen Wirtschaft – Information für die an der Befragung beteiligten Unternehmen, hektogr. Bericht, München, Mai 1988.
- Semlinger, Klaus: Stellung und Probleme kleinbetrieblicher Zulieferer im Verhältnis zu großen Abnehmern. In: N. Altmann, D. Sauer (Hrsg.): Integrative Rationalisierung und Zulieferindustrie, München/Frankfurt 1989.
- Shah, Raymond: Erfahrungen europäischer CIM-Anwender. In: VDI-Z, Bd. 129, Nr. 1, 1987, S. 34-43.
- Spur, Günter: CIM – Die informationstechnische Herausforderung an die Produktionstechnik. In: wt'86 (Zeitschrift für industrielle Fertigung), 76. Jg., 1986, S. 5-18.
- Spur, Günter; Krause, Frank-Lothar: CAD-Technik, Carl Hanser Verlag, München/Wien 1984.
- Spur, Günter; Krause, Frank-Lothar: Konzeptionen von CAD/CAM-Systemen. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, Heft 4, 35. Jg., 1986, S. 148-153.
- Stoß, Friedemann: Wirkungen moderner Bürotechnik auf kaufmännische Berufe. In: MatAB, Heft 8, 1987.
- Stoß, Friedemann; Troll, Lothar; Hennings, Hasso von: Blick hinter den Bildschirm – Neue Technologien verändern die Arbeitslandschaft. In: MatAB, Heft 1, 1988.
- Storr, Alfred; Zirbs, Joachim; Hofmeister, Wolfgang: CAD/NC-Kopplung – Ziele, Probleme und Lösungen. In: Technische Rundschau, Heft 39, 79. Jg., 1987, S. 138-143.
- Strack, Marei: Optimale Produktionssteuerung, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1986.
- VDI-Z, Bd. 130, Nr. 5, S. 8: Automobilhersteller realisiert zunehmend CAD/CAM-Datenverbund mit Zulieferern, o. V., 1988.
- Walter, Wolfgang; Hofmeister, Wolfgang: Universeller CAD/NC-Kopplungsbaustein für NC-Programmiersysteme. In: wt'87 (Zeitschrift für industrielle Fertigung), Heft 3, 77. Jg., 1987, S. 129-133.
- Warnecke, Hans Jürgen: Zielkonflikte bei der Gestaltung marktgerechter Produktionsstrukturen. In: Produktionstechnisches Kolloquium Berlin 1983, PTK 83, Vorträge, München 1983, S. 35-43.
- Warnecke, Hans Jürgen: Von Taylor zur Fertigungstechnik von morgen. In: wt'85 (Zeitschrift für industrielle Fertigung), 75. Jg., 1985, S. 669-674.
- Warnecke, Günter; Mertens, Peter: CAD/CAM-Kopplung unter Einbeziehung der Technologieplanung. In: VDI-Z, Bd. 129, Nr. 5, 1987, S. 48-51.
- Weber, Wolfgang: CNC-Steuerungen für qualifizierte Facharbeit. In: Technische Rundschau, Heft 28, 80. Jg., 1988, S. 14-18.
- Wingert, B.; Duus, W.; Rader, M.; Riehm, U.: CAD im Maschinenbau – Wirkungen, Chancen, Risiken, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg 1984.

Bildverzeichnis

Bild 1.01:	Betriebsgrößenstruktur (nach Beschäftigtenzahl) ausgewählter Branchen	14
Bild 1.02:	Branchen- und Betriebsgrößenstruktur der durch nähere Recherchen erfaßten Betriebe	16
Bild 2.01:	1986/87 realisierter bzw. geplanter Einsatz computergestützter Techniken	20
Bild 2.02:	1986/87 realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in ausgewählten Branchen	31
Bild 2.03:	1986/87 realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)	32
Bild 3.01:	Computereinsatz in der Finanz-/ Geschäftsbuchhaltung	39
Bild 3.02:	Computereinsatz in der Entwicklung und Konstruktion (CAD)	41
Bild 3.03:	Computereinsatz in der Arbeitsplanung/ Programmierung (CAP)	42
Bild 3.04:	Computereinsatz in der Produktionsplanung und -steuerung (PPS)	43
Bild 3.05:	Einsatz von computergestützten Qualitätssicherungssystemen (CAQ)	45
Bild 3.06:	Einsatz von CNC-Werkzeugmaschinen (CNC-WZM)	46
Bild 3.07:	Einsatz von Flexiblen Fertigungssystemen (FFS)	47
Bild 3.08:	Einsatz von Handhabungsgeräten/Industrierobotern (IR)	48
Bild 3.09:	Erzeugnisspektrum und CNC-Werkzeugmaschineneinsatz	56
Bild 3.10:	Erzeugnisspektrum und CAD-Einsatz	56

Bild 3.11:	Erzeugnisspektrum und Einsatz automatischer Montagesysteme	59
Bild 3.12:	Erzeugnisstruktur und CAD-Einsatz	59
Bild 3.13:	Fertigungsart und PPS-Einsatz	60
Bild 3.14:	Fertigungsart und Einsatz automatischer Montagesysteme	62
Bild 3.15:	Fertigungsart und Einsatz von Industrierobotern und Handhabungsgeräten	62
Bild 3.16:	Fertigungsorganisation und Einsatz von CNC-Werkzeugmaschinen	64
Bild 3.17:	Fertigungsorganisation und Einsatz automatischer Montagesysteme	64
Bild 4.01:	1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung	72
Bild 4.02:	Horizontale und vertikale Integration	75
Bild 4.03:	Innerbetriebliche Vernetzung – 1986/87 realisiert bzw. geplant	77
Bild 5.01:	Zielsetzungen des Technikeinsatzes abhängig von CAD/CAM-Vernetzungen	87
Bild 5.02:	Produktdurchlauf und Einsatz von CA-Komponenten	90
Bild 5.03:	Komponenten der CAD/CAM-Vernetzung	94
Bild 5.04:	Modelle der CAD/NC-Kopplung	100
Bild 6.01:	Gliederung der Produktionsplanung und -steuerung nach Funktionsgruppen	116
Bild 6.02:	Einsatz und Planungen von PPS-Systemen nach Fertigungsart im Maschinenbau	121
Bild 6.03:	Einsatz und Planungen von PPS-Systemen nach Fertigungsart in der Elektroindustrie	121
Bild 6.04:	Einsatz und Planung computergestützter Materialwirtschafts- oder PPS-Systeme nach ausgewählten Branchen	122

Bild 6.05:	Einsatz und Planung von BDE-Systemen bei PPS-Anwendern und PPS-Planern	127
Bild 6.06:	Einsatz und Planung von PPS-Systemen bei BDE-Anwendern und BDE-Planern	127
Bild 7.01:	Informationssysteme im Produktionsbereich	132
Bild 7.02:	Schwerpunkte der CIM-Strategien nach Branchen	153
Bild 7.03:	Schwerpunkte von CIM-Strategien nach Betriebsgröße	155
Bild 8.01:	Zielsetzungen und Erfolgsrate des Einsatzes computergestützter Techniken – Einschätzungen des betrieblichen Managements 1986/87	158
Bild 8.02:	Zielsetzungen abhängig von der Breite des Rechner-einsatzes – Einschätzungen des betrieblichen Managements 1986/87	160
Bild 8.03:	Erfolgsrate abhängig von der Breite des Rechner-einsatzes – Einschätzungen der Betriebe 1986/87	161
Bild 8.04:	Auswirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken – 1986/87 bereits aufgetreten bzw. erwartet	163
Bild 8.05:	Auswirkungen bei unterschiedlich starkem Rechner-einsatz – 1986/87 bereits aufgetreten bzw. erwartet	165
Bild 9.01:	Konzeptionen der Werkstattsteuerung	174
Bild 9.02:	Häufigkeit der Durchlaufterminierung und Dispositionsmöglichkeiten der Meister	177
Bild 9.03:	Auswirkungen computergestützter Techniken auf Überwachung und Kontrolle bei BDE-Anwendern und Nicht-BDE-Anwendern	183
Bild 9.04:	Alternativen des CAD/CAM-Einsatzes	189
Bild 9.05:	Betriebe nach vorherrschender Rationalisierungsstrategie	195
Bild 10.01:	Personalrelevante Auswirkungen (Auswahl) bei unterschiedlich starkem Rechnereinsatz	206
Bild 10.02:	Kombinationen von Ausbildung und computer-bezogener Weiterbildung	213

Bild 10.03: Ausbildung und computerbezogene Weiterbildung nach Branchen	213
Bild 10.04: Ausbildung und computerbezogene Weiterbildung nach Betriebsgröße	214
Bild 10.05: Veränderte Ausbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz	215
Bild 10.06: Veränderungen im Ausbildungsspektrum infolge von Rechnereinsatz	216
Bild 10.07: Ausbildung bei hohem bzw. schwachem Rechner-einsatz nach Branchen	217
Bild 10.08: Ausbildung bei hohem bzw. schwachem Rechner-einsatz nach Betriebsgröße	217
Bild 10.09: Computerbezogene Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz nach Branchen	218
Bild 10.10: Computerbezogene Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz nach Betriebsgröße	219
Bild 10.11: Adressatenkreis computerbezogener Weiterbildung	220
Bild 10.12: Adressatenkreis computerbezogener Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz	221
Bild 10.13: Maßnahmenarten computerbezogener Weiterbildung	222
Bild 10.14: Maßnahmenarten computerbezogener Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz	223
Bild 10.15: Betriebliche Teilnehmerzahlen für computerbezogene Weiterbildung	224
Bild 10.16: Betriebliche Teilnehmerzahlen für computerbezogene Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechner-einsatz	225
Bild 10.17: Maßnahmendauer computerbezogener Weiterbildung	226
Bild 10.18: Maßnahmendauer computerbezogener Weiterbildung bei hohem bzw. schwachem Rechnereinsatz	227

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.01:	Erfasste Unternehmen nach Branchen und Betriebsgrößenklasse (Beschäftigtenzahl) sowie Ergebnisse der Gewichtung	13
Tabelle 2.01:	1986/87 realisierter Einsatz computergestützter Techniken nach Branchen	21
Tabelle 2.02:	1986/87 realisierter Einsatz computergestützter Techniken in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie	22
Tabelle 2.03:	1986/87 geplanter Einsatz computergestützter Techniken nach Branchen	23
Tabelle 2.04:	1986/87 geplanter Einsatz computergestützter Techniken in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie	24
Tabelle 3.01:	Einsatz computergestützter Techniken nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl) 1986/87 realisiert	36
Tabelle 3.02:	Einsatz computergestützter Techniken nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl) 1986/87 geplant	37
Tabelle 3.03:	Produkt- und Fertigungsstrukturen des Hauptproduktes nach Branchen	51
Tabelle 3.04:	Produkt- und Fertigungsstrukturen des Hauptproduktes nach Betriebsgrößenklassen	53
Tabelle 4.01:	1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche und überbetriebliche Vernetzung nach Branchen	69
Tabelle 4.02:	1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche und überbetriebliche Vernetzung nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)	70
Tabelle 4.03:	1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung nach Branchen	73
Tabelle 4.04:	1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie	73

Tabelle 4.05: 1986/87 realisierte bzw. geplante überbetriebliche Vernetzung nach Betriebsgröße (Beschäftigtenzahl)	74
Tabelle 4.06: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche Vernetzungen nach Branchen	78
Tabelle 4.07: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche Vernetzungen in der „sonstigen“ Investitionsgüterindustrie	79
Tabelle 4.08: 1986/87 realisierte bzw. geplante innerbetriebliche Vernetzungen nach Betriebsgröße	82
Tabelle 5.01: 1986/87 realisierte Vernetzungen zwischen CAD/CAM-Funktionen in der Investitionsgüterindustrie	97
Tabelle 5.02: Häufigkeit verschiedener realisierter CAD/CAM-Vernetzungen in der Investitionsgüterindustrie	97
Tabelle 5.03: 1986/87 realisierte oder geplante Vernetzungen zwischen CAD/CAM-Funktionen in der Investitionsgüterindustrie	104
Tabelle 5.04: CAD/CAM-Vernetzungen realisiert oder geplant nach Betriebsgröße, Branche, Produkt- und Produktionsstrukturen	106
Tabelle 5.05: Häufigkeit verschiedener realisierter oder geplanter CAD/CAM-Vernetzungen in der Investitionsgüterindustrie	105
Tabelle 5.06: Realisierte oder geplante CAD/CAM-Vernetzungen in Betrieben der Investitionsgüterindustrie mit Computereinsatz in Einzelfunktionen	107
Tabelle 6.01: PPS-Systeme realisiert oder geplant nach Betriebsgröße, Branche, Produkt- und Produktionsstrukturen	120
Tabelle 6.02: Geplante und realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft bei PPS-Anwendern 1986/87	125
Tabelle 6.03: Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft bei PPS-Anwendern – 1986/87 realisiert –	125

Tabelle 6.04: Realisierte Einsatzkombinationen computergestützter Techniken in Einkauf, Verkauf und Materialwirtschaft bei Betrieben, die PPS-Einsatzplanen	126
Tabelle 7.01: Vernetzungspotential zu CAD/CAM-Funktionen bei Betrieben mit PPS-System	135
Tabelle 7.02: Prinzipiell vorhandene Vernetzungsmöglichkeiten zwischen PPS- und CAD/CAM-Teilsystemen	136
Tabelle 7.03: 1986/87 realisierte oder geplante Vernetzungen zwischen PPS-System und CAD/CAM-Komponenten bei Betrieben mit prinzipiellen Vernetzungsmöglichkeiten	137
Tabelle 7.04: Vernetzungsdichte bei Betrieben mit PPS-CAD/CAM-Vernetzung	138
Tabelle 7.05: Realisierte bzw. geplante PPS-CAD/CAM-Vernetzungen im Vergleich zum Vernetzungspotential	139
Tabelle 7.06: Potentielle und tatsächliche Vernetzungen zwischen PPS und ausgewählten CAD/CAM-Komponenten	147
Tabelle 7.07: Geplante Teillinien der PPS-CAD/CAM-Vernetzung bei Betrieben, die 1986/87 noch keine solche Vernetzung hatten	148
Tabelle 9.01: Häufigkeit der Durchlaufterminierung und Planungshorizont	177

