

Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken in Industriebetrieben

Die *Meta-Studie: Arbeitsmarktwirkungen moderner Technologien* war ein durch den Bundesminister für Forschung und Technologie gefördertes Forschungsvorhaben im Projektverbund. Mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Methoden haben die folgenden neun Institute die Zusammenhänge zwischen technologischem Wandel, Beschäftigungsstrukturen sowie einzel- und gesamtwirtschaftlichen Verflechtungen in umfassender und differenzierter Weise analysiert:

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin,
Projektleitung: Dr. Frieder Meyer-Krahmer

Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung München,
Projektleitung: Dr. Lothar Scholz

Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH Berlin,
Projektleitung: Prof. Dr. Hans-Jürgen Ewers

Infratest Sozialforschung GmbH München,
Projektleitung: Lisa Höfllich-Häberlein

Institut für Sozialforschung und Gesellschaftspolitik e. V. Köln,
Projektleitung: Dr. Werner Friedrich

Institut für Wirtschafts- und Sozialforschung Wien,
Projektleitung: Dr. Michael Wagner

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung/Forschungsschwerpunkt Arbeitsmarkt und Beschäftigung,
Projektleitung: Dr. Ronald Schettkat

Basler Arbeitsgruppe für Konjunkturforschung/Forschungsstelle für Arbeitsmarkt- und Industrieökonomik der Universität Basel,
Projektleitung: Prof. Dr. Peter Kugler

Technische Universität Berlin/Heinrich-Hertz-Institut,
Projektleitung: Prof. Dr. Gernot Weißhuhn

Abstimmungsteam: Prof. Dr. Egon Matzner (Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung/Forschungsschwerpunkt Arbeitsmarkt und Beschäftigung), Dr. Ronald Schettkat (Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung/Forschungsschwerpunkt Arbeitsmarkt und Beschäftigung), Dr. Michael Wagner (Institut für Wirtschafts- und Sozialforschung Wien)

Hans-Jürgen Ewers · Carsten Becker · Michael Fritsch

Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken in Industriebetrieben



Walter de Gruyter · Berlin · New York 1990

Prof. Dr. rer. pol. Hans-Jürgen Ewers,
Dipl.-Volkswirt Carsten Becker,
Privatdozent Dr. rer. oec. Michael Fritsch,
Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH, Berlin

Das Buch enthält 2 Übersichten, 7 Abbildungen und 120 Tabellen

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Arbeitsmarktwirkungen moderner Technologien. – Berlin ; New York :
de Gruyter.

Literaturangaben
ISBN 3-11-011980-3

6. Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken in Industrie-
betrieben / Hans-Jürgen Ewers . . . – 1990

ISBN 3-11-011993-5

NE: Ewers, Hans-Jürgen [Mitverf.]

∞ Gedruckt auf säurefreiem Papier

© Copyright 1990 by Walter de Gruyter & Co., D-1000 Berlin 30.

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Printed in Germany

Druck: Kupijai & Prochnow Buch- und Offsetdruckerei, Berlin – Buchbinderische Verarbeitung:
Lüderitz & Bauer-GmbH, Berlin – Umschlaggestaltung: Johannes Rother, Berlin

Vorwort

Dieses Buch stellt die überarbeitete und etwas erweiterte Fassung einer Studie dar, die vom Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH (Berlin) im Auftrage des Bundesministers für Forschung und Technologie erstellt wurde.

Das Pensum an empirischen Erhebungen und Analysen, über das hier berichtet wird, war nur von einem größeren Team zu bewältigen, und so sind wir als Autoren einer Reihe von Personen zu Dank verpflichtet, welche auf die eine oder andere Weise wesentlich zum Gelingen des Projektes beigetragen haben. An der Konzeption der empirischen Erhebung waren neben den Verfassern Eberhard von Einem und Jochen Hücke beteiligt. Außer Carsten Becker und Michael Fritsch haben Eberhard von Einem, Petra Gelfort, Markus Herzig, Jeanette Hoffmann, Peter Mayenknecht, Odissefs Pantazis, Michael Schaf sowie Gisela Seidel einen wesentlichen Teil der Interviews bzw. Fallstudien durchgeführt. Bei der Aufbereitung und Auswertung der erhobenen Daten halfen Eva Apraku, Martin Goll, Christine Heise, Silke Kuhn, Heidi Rudolf, Beate Schulz und Thomas Wein. Das Textverarbeitungs-Team bestand aus Christel Hase, Christine Hönig, Günter Mang, Siegfried Männer, Thanassis Nalbantis sowie Gudrun Schneider.

Die Studie ist im Kontext eines vom Bundesminister für Forschung und Technologie unter dem Titel "Arbeitsmarktwirkungen neuer Technologien" (Meta-Studie II) durchgeführten Forschungsprogrammes entstanden, an dem ein Team von Forschungsinstituten beteiligt war (vgl. Matzner/Schettakt/Wagner 1989). Wir haben in diesem Forschungsverbund sehr fruchtbar mit dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (Berlin), dem IFO-Institut für Wirtschaftsforschung (München), der Projektgemeinschaft VDI-Technologiezentrum/Prof. Weißhuhn (Berlin) sowie der Infra-test-Sozialforschung GmbH (München) zusammengearbeitet und dabei ein hohes Maß an Kooperationsbereitschaft erfahren. Profitiert haben wir weiterhin von der kritischen Begleitung durch den wissenschaftlichen Projekt-Beirat unter Leitung von Prof. Karl-Heinrich Oppenländer. Wir danken insbesondere dem Beirats-Mitglied Prof. Martin Baethge und seinen Kollegen aus dem SOFI (Göttingen) für hilfreiche Kommentare zu einer früheren Fassung der Studie. Last but not least gilt unser Dank den beiden Projekt-Betreuern im Bundesministerium für Forschung und Technologie, Herrn Willy Riepert und Herrn Dr. Binder.

Dieses Buch ist das Ergebnis einer intensiven Kooperation zwischen den drei Autoren unter der Projektleitung von Hans-Jürgen Ewers. Obwohl jeder der Autoren an der Entstehung sämtlicher Kapitel mehr oder weniger beteiligt war, lassen sich doch hauptsächliche Autorenschaften für die einzelnen Abschnitte benennen. Carsten

Becker verfaßte die Kapitel C4, C5, C6 und den Anhang III, Hans-Jürgen Ewers den Abschnitt A1 sowie Teil D und Michael Fritsch die Kapitel A2, C1, C2, C3, C7, C8; der Teil B wurde von allen drei Autoren gemeinsam geschrieben.

Ohne die bereitwillige Mitarbeit der vielen Ansprechpartner in den Betrieben ebenso wie derjenigen, welche unseren postalischen Fragebogen beantwortet haben, wäre diese Studie gar nicht möglich gewesen. Wir haben deshalb vor allem diesen herzlich zu danken. Wir hoffen, daß das Ergebnis ihrer und unserer Bemühungen den Aufwand rechtfertigt.

Berlin, im Herbst 1989

Hans-Jürgen Ewers
Carsten Becker
Michael Fritsch

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Inhaltsverzeichnis	VII
Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen	XVI
Einführung	1
Teil A: Vorgehensweise und Datengrundlagen	3
1. Untersuchungskonzept	3
1.1 Aufgabenstellung der Studie	3
1.2 Methodische Probleme von Untersuchungen zur Abschätzung der Beschäftigungswirkungen technischer Neuerungen und ihre Behandlung in dieser Studie	4
1.2.1 Zum Technikkonzept dieser Studie	4
1.2.2 Zum Problem der Isolierbarkeit von Technikwirkungen durch Kontrollgruppenvergleiche	6
2. Datengrundlagen: Zur Struktur der Untersuchungs-Samples	8
2.1 Das Sample der postalisch befragten Betriebe	9
2.1.1 Zielgruppe der postalischen Befragung	9
2.1.2 Räumlicher Bezug: Die Untersuchungsregionen	9
2.1.3 Zur Struktur des Samples der postalisch befragten Betriebe	10
2.1.4 Rücklauf und Repräsentativität	11
2.2 Die Durchführung der Interviews und die Struktur des Samples der interviewten Betriebe	14
2.2.1 Zur Auswahl der Betriebe für Interviews	14
2.2.2 Branchen-, Größen-, Alters- und Standortstruktur der inter- viewten Betriebe	15

Teil B: Analyse von Diffusion, Adoption und Wirkungen computergestützter Techniken auf der Grundlage der Daten der postalischen Erhebung	17
1. Die Diffusion der computergestützten Techniken im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland	17
1.1 Zur Erhebung der Nutzung computergestützter Techniken im Rahmen der postalischen Befragung	17
1.2 Die Verbreitung von Anwendungen computergestützter Techniken im Sample	19
1.2.1 Gegenwärtiger Stand	19
1.2.2 Zum zeitlichen Diffusionsverlauf	22
2. Unterschiede zwischen Adoptoren und Nichtadoptoren computergestützter Technik	24
2.1 Vorbemerkungen zur Vorgehensweise	24
2.2 Zum Stand der Diffusionsforschung	25
2.2.1 Das "epidemische" Modell	25
2.2.2 Der "Probit"-Ansatz	28
2.3 Eine organisationstheoretische Fundierung	30
2.3.1 Marktkontext, interne Struktur und betriebliches Adoptionsverhalten	30
2.3.2 Zum Verhältnis von Technik und Organisation	32
2.3.3 Der Betrieb als organisatorisches System	35
2.3.3.1 Zur situativen Strukturgestaltung	36
2.3.3.2 Gewandelte Umfeldbedingungen und Reorganisation der Betriebe	41
2.3.4 Zum Zusammenhang zwischen (Re)Organisation und Profitabilität der Technikübernahme	43
2.3.5 Zur Profitabilität des Einsatzes computergestützter Techniken	45
2.3.5.1 Unteilbarkeiten bei computergestützten Techniken	46
2.3.5.2 Die Kompatibilität computergestützter Techniken	47

2.4	Hypothesen zu möglichen Fehlerquellen empirischer Untersuchungen des Adoptionsverhaltens	51
2.4.1	Die Abgrenzung des Kreises der potentiellen Adoptoren	52
2.4.2	Das Problem der Fristen(in)kongruenz	53
2.4.3	Zwischenergebnis	56
2.5	Ergebnisse univariater Analysen zu Eigenschaften von Adoptoren im Vergleich zu Nichtadoptoren computergestützter Techniken . .	57
2.5.1	Vorbemerkung zur Vorgehensweise	57
2.5.2	Die erfaßten potentiellen Determinanten der Technikübernahme	59
2.5.3	Die erfaßten möglichen Wirkungen der Techniknutzung	63
2.5.4	Zur Interpretation der Ergebnisse	65
2.5.4.1	Zu den Unterschieden zwischen Adoptoren und Nichtadoptoren	65
2.5.4.2	Zum Einfluß der Abgrenzung des Kreises der potentiellen Adoptoren	67
2.5.4.3	Zum Einfluß der Fristen(in)kongruenz	69
2.6	Multivariate Analysen	69
2.6.1	Die Variablen	70
2.6.2	Ergebnisse der Diskriminanzanalysen	72
3.	Zwischenergebnis: Unterschiede zwischen Anwendern und Nicht-Anwendern computergestützter Technik sind mit großer Vorsicht zu interpretieren!	75

**Teil C: Analyse der Wirkungen computergestützter Techniken in Betrieben
ausgewählter Branchen - Ergebnisse vertiefender Interviews 79**

1.	Das Umfeld: Allgemeine Entwicklungsbedingungen in den ausgewählten Branchen	79
1.1	Gesamtwirtschaftliche Umfeldbedingungen	79
1.2	Besonderheiten der ausgewählten Branchen im einzelnen	81
2.	Zur Charakterisierung des Samples der interviewten Betriebe	82
2.1	Aspekte der Marktstellung	82

2.2	Arbeitsplatzdynamik	86
2.3	Produktinnovationen	86
2.4	Export	87
2.5	Funktionale Beschäftigtenstruktur	87
2.6	Qualifikationsstruktur	88
3.	Motive für die Einführung computergestützter Techniken und Einschätzung der Wirkungen für den Betrieb insgesamt	89
3.1	Hypothesen zu Motiven und Wirkungen der Einführung computergestützter Techniken	89
3.2	Motive für die Einführung computergestützter Techniken	91
3.3	Engpässe bei der Einführung computergestützter Techniken	93
3.4	Wirkungen der Einführung computergestützter Techniken im Betrieb insgesamt	95
3.4.1	Überblick über die Wirkungen	95
3.4.2	Ausgewählte Wirkungs-Aspekte	97
3.4.2.1	Folgen für Aufbau- und Ablauforganisation	97
3.4.2.2	Nachteile des Einsatzes computergestützter Techniken	98
3.4.2.3	Abspraken mit der Belegschaft bzw. dem Betriebsrat im Zu- sammenhang mit der Einführung computergestützter Technik	99
3.5	Zusammenhänge zwischen Aspekten der Marktstellung, Motiven für die Einführung und Wirkungen computergestützter Technik	100
4.	Innerbetriebliche Diffusion computergestützter Techniken	102
4.1	Vorbemerkungen	102
4.1.1	Zur Abgrenzung betrieblicher Funktionsbereiche und verschie- dener Typen der computergestützten Technik	103
4.1.2	Indikatoren der funktionsbereichsinternen Diffusionstiefe	105
4.2	Aktuelle und geplante Diffusionstiefe bei Anwendern computergestützter Techniken	106

4.2.1	Die innerbetriebliche Diffusion computergestützter Techniken auf betrieblicher Ebene	107
4.2.1.1	Diffusionstiefe nach betrieblichen Funktionsbereichen	107
4.2.1.2	Diffusionstiefe nach betrieblichen Funktionen	108
4.2.2	Die innerbetriebliche Diffusion computergestützter Techniken innerhalb verschiedener betrieblicher Funktionsbereiche	111
4.2.2.1	Vorbemerkungen	111
4.2.2.2	Quantitative Einsatzstrukturen computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	113
4.2.2.3	Qualitative Einsatzstrukturen computergestützter Techniken in den betrieblichen Funktionsbereichen "Konstruktion" und "Teilefertigung" .	118
4.2.3	Kombinationen und Reihenfolgen des Einsatzes computergestützter Techniken in betrieblichen Funktionsbereichen	120
4.2.4	Zeitpunkte des Einsatzes computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	122
4.3	Realisierte und geplante informationstechnische Vernetzung	123
4.3.1	Stand der überbetrieblichen informationstechnischen Vernetzung . . .	123
4.3.2	Stand der innerbetrieblichen informationstechnischen Vernetzung . . .	123
4.4	Determinanten der innerbetriebliche Diffusion computergestützter Techniken	127
4.4.1	Bestimmungsgründe der innerbetrieblichen Diffusion computergestützter Techniken	128
4.4.2	Statistische Zusammenhänge zwischen den verschiedenen potentiell relevanten Faktoren im Umfeld der betrieblichen Technikadoption und Techniknutzung	129
4.4.3	Determinanten der innerbetrieblichen Diffusion computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	132
4.4.3.1	Vorbemerkungen	132
4.4.3.2	Determinanten der innerbetrieblichen Diffusion computergestützter Techniken im Bürobereich/Fertigungssteuerung	133

4.4.3.3	Determinanten der innerbetrieblichen Diffusion computergestützter Techniken in der Konstruktion	136
4.4.3.4	Determinanten der innerbetrieblichen Diffusion computergestützter Techniken in der Teilefertigung	141
5.	Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	145
5.1	Vorbemerkungen	145
5.2	Einzelwirkungen des Einsatzes der CAD-Technik im betrieblichen Funktionsbereich "Konstruktion"	146
5.2.1	Ein Überblick über die Einzelwirkungen des CAD-Einsatzes	146
5.2.2	Bestimmungsgründe der Wirkungen des CAD-Einsatzes	148
5.2.2.1	Vorbemerkungen	148
5.2.2.2	Determinanten der Zeitveränderungen bei Konstruktionsaktivitäten im Zuge des CAD-Einsatzes	149
5.2.2.3	Determinanten sonstiger technikinduzierter Einzelwirkungen des CAD-Einsatzes	158
5.3	Einzelwirkungen des Einsatzes der CNC-Technik im betrieblichen Funktionsbereich "Teilefertigung"	165
5.3.1	Ein Überblick über die Einzelwirkungen des CNC-Einsatzes	166
5.3.2	Gestaltungsformen der Arbeitsorganisation im Zuge des Einsatzes der CNC-Technik	170
5.3.3	Einsatzbedingungen der Werkstattprogrammierung	173
5.3.4	Bestimmungsgründe der Wirkungen des CNC-Einsatzes	174
5.3.4.1	Vorbemerkungen	174
5.3.4.2	Bestimmungsgründe der Arbeitsorganisation	176
5.3.4.3	Die Bestimmungsgründe von Art und Umfang der Werkstattprogrammierung	177
5.3.4.4	Bestimmungsgründe von Veränderungen der Durchlaufzeit und ihrer Komponenten im Zuge des CNC-Einsatzes	178
5.3.4.5	Bestimmungsgründe sonstiger Einzelwirkungen des Einsatzes der CNC-Technik	187

6.	Direkte quantitative Arbeitsplatzeffekte des Einsatzes computergestützter Techniken	193
6.1	Vorbemerkungen	193
6.2	Direkte quantitative Arbeitsplatzeffekte computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	195
6.2.1	Struktur der Arbeitsplatzbewegungen im Zuge des Einsatzes computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	195
6.2.2	Das Niveau der direkten Arbeitsplatzeffekte computergestützter Techniken	199
6.3	Determinanten der direkten quantitativen Arbeitsplatzeffekte in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	201
6.3.1	Vorbemerkungen	201
6.3.2	Determinanten der direkten quantitativen Arbeitsplatzeffekte im Bürobereich/Fertigungssteuerung	202
6.3.3	Determinanten der technikinduzierten quantitativen Arbeitsplatzeffekte in der Konstruktion	208
6.3.4	Determinanten der technikinduzierten quantitativen Arbeitsplatzeffekte in der Teilefertigung	214
7.	Weiterqualifikation infolge der Einführung computergestützter Technik und Probleme bei der Bewältigung des Weiterqualifikationsbedarfs	222
7.1	Allgemeines Ausmaß der Weiterqualifikation	223
7.2	Weiterqualifikation und Ausgangsqualifikation	224
7.3	Intensität der Weiterqualifikation	225
7.4	Probleme bei der Bewältigung des Weiterqualifikationsbedarfs	226
7.5	Lohn- und Gehaltserhöhungen infolge von Weiterqualifikation	227
8.	Technikinduzierte Neueinstellungen und Freisetzungen sowie Auswirkungen des Einsatzes computergestützter Technik auf die betriebliche Arbeitsplatzentwicklung	228
8.1	Probleme bei der Abschätzung der Auswirkungen von Nutzungen computergestützter Technik auf die Arbeitsplatzentwicklung	229

8.2	Neueinstellungen infolge der Nutzung computergestützter Technik . . .	232
8.3	Freisetzungen infolge der Anwendung computergestützter Technik . . .	234
8.4	Netto-Effekte der Anwendung computergestützter Technik auf das betriebliche Arbeitsplatzvolumen	236
Teil D: Zusammenfassende Schlußfolgerungen		239
1.	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	239
1.1	Zur zwischenbetrieblichen Diffusion computergestützter Techniken im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland	239
1.2	Zur innerbetrieblichen Diffusion computergestützter Techniken im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland . .	246
1.3	Zu den allgemeinen Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen . . .	250
1.3.1	Wirkungen des CAD-Einsatzes	251
1.3.2	Wirkungen des CNC-Einsatzes	251
1.4	Weiterqualifikation infolge der Einführung computergestützter Technik und Probleme bei der Bewältigung des Weiterqualifikationsbedarfs	253
1.5	Quantitative Arbeitsplatzeffekte computergestützter Techniken	255
2.	Zwei Schlußfolgerungen für die Wirtschaftspolitik	257
Tabellen und Abbildungen		259
Anhänge		391
Anhang I: Fragebogen der postalischen Erhebung		393
Anhang II: Interview-Fragebogen		397
Anhang III: Eigenschaften und Wirtschaftlichkeit computergestützter Techniken		427
1.	Eigenschaften und Wirtschaftlichkeit der CAD-Technik	427
1.1	Bemerkungen zum Konstruktionsprozeß	427

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>XV</i>
1.2 Eigenschaften von CAD-Systemen	428
1.3 Zur Wirtschaftlichkeit der CAD-Anwendung	432
2. Eigenschaften und Wirtschaftlichkeit der CNC-Technik	435
2.1 Kennzeichen fertigungstechnischer Einrichtungen	435
2.1.1 Technischer Aufbau von Werkzeugmaschinen	435
2.1.2 Systematik fertigungstechnischer Anlagen	436
2.1.3 Besonderheiten konventioneller Steuerungstechniken	437
2.2 Strukturformen CNC-gesteuerter Fertigungsanlagen	438
2.3 Eigenschaften CNC-gesteuerter Fertigungsanlagen	440
2.4 Zur Wirtschaftlichkeit von CNC-Werkzeugmaschinen	445
2.4.1 Wirtschaftliche Einsatzbereiche verschiedener Typen der CNC- gesteuerten Fertigungsanlagen	445
2.4.2 Die Wirtschaftlichkeit des CNC-Einsatzes im Überblick	446
2.4.3 Die Wirtschaftlichkeit des CNC-Einsatzes im Vergleich zu ver- schiedenen Typen konventionell gesteuerter Fertigungsanlagen	447
2.4.3.1 Vergleichsobjekt: Handgesteuerte Werkzeugmaschinen	448
2.4.3.2 Vergleichsobjekt: Kurvengesteuerte Sondermaschinen	450
Anhang IV: Erläuterung der im Rahmen der empirischen Analysen ver- wendeten Variablen	451
Literaturverzeichnis	459

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Abbildung A-1:	Abgrenzung der Untersuchungsregionen	261
Tabelle A-1:	Verteilung der postalisch befragten Betriebe auf Beschäftigtengrößenklassen	262
Tabelle A-2:	Die Branchenstruktur der postalisch befragten Betriebe	263
Tabelle A-3:	Die Altersstruktur der postalisch befragten Betriebe	264
Tabelle A-4:	Verteilung der postalisch befragten Betriebe auf Raumtypen .	265
Tabelle A-5:	Größenstruktur des Verarbeitenden Gewerbes in der Bundes- republik insgesamt sowie in den Untersuchungsregionen im Jahr 1986	265
Tabelle A-6:	Erfassungsgrad der Betriebe in den verschiedenen Größenklassen im Sample der postalischen Erhebung	266
Tabelle A-7:	Branchenstruktur der interviewten Betriebe	266
Tabelle A-8:	Verteilung der interviewten Betriebe auf Beschäftigten- größenklassen	267
Tabelle B-1:	Adoptionsraten verschiedener Nutzungen computerge- stützter Techniken nach Branchen	268
Tabelle B-2:	Nutzung computergestützter Techniken nach Betriebs- größenklassen	269
Tabelle B-3:	Kombinationen von Anwendungsbereichen computergestützter Techniken	270
Abbildung B-1:	Diffusionsverlauf der EDV-Nutzung	271
Abbildung B-2:	Idealtypischer Diffusionsverlauf	272
Tabelle B-4:	Bereiche der ersten Anwendung computergestützter Techniken	273
Abbildung B-3:	Beziehungen zwischen Marktkontext, interner Struktur und Technik	274
Tabelle B-5:	Ergebnisse univariater Analysen zu Unterschieden zwischen Adoptoren und Nicht-Adoptoren von computergestützten Techniken	275

Tabelle B-6:	Ergebnisse univariater Analysen zu Unterschieden zwischen Betrieben, welche computergestützte Technik bis 1980 übernommen haben und Nicht-Adoptoren	278
Tabelle B-7:	Diskriminanzanalysen zur Adoption von EDV in der Konstruktion	280
Tabelle B-8:	Diskriminanzanalysen zur Adoption von EDV im kaufmännischen Bereich	281
Tabelle C2-1:	Verteilungen der Antworten auf die Frage "Welche Aspekte sind für die Marktstellung dieses Betriebs besonders wichtig? Auf welche Aspekte legen Ihre Abnehmer besonderen Wert?"	282
Abbildung C2-1:	Rangfolge der Marktstellungs-Aspekte und signifikante Bedeutungsunterschiede	283
Tabelle C2-2:	Ergebnisse der Faktorenanalyse zu den Marktstellungs-Aspekten	284
Tabelle C2-3:	Arbeitsplatzentwicklung der im Sample enthaltenen Betriebe in verschiedenen Zeiträumen nach Beschäftigtengrößenklassen	285
Tabelle C2-4:	Die Schwerpunkte der Produktinnovation der interviewten Betriebe	286
Tabelle C2-5:	Die Schwerpunkte der Produktinnovationen nach Branchen . .	287
Tabelle C2-6:	Funktionale Beschäftigtenstruktur 1975 - 1987	289
Tabelle C2-7:	Betriebliche Qualifikationsstruktur 1975 - 1987	290
Tabelle C3-1:	Verteilungen der Antworten auf die Frage "Worin bestanden die wesentlichen Gründe bzw. Anlässe für die Einführung computergestützter Technik(en) in diesem Betrieb	291
Abbildung C3-1:	Rangfolge der Motive für die Einführung computergestützter Techniken und signifikante Bedeutungsunterschiede	292
Tabelle C3-2:	Ergebnisse der Faktorenanalyse zu den Motiven der Einführung computergestützter Techniken	293
Tabelle C3-3:	Nennungen zur Frage "Warum haben Sie nicht noch mehr computergestützte Technik(en) eingeführt?"	294
Tabelle C3-4:	Übersicht über die Antworten auf die Frage "Welche Auswirkungen sind nach Einführung computergestützter Technik(en) in diesem Betrieb aufgetreten bzw. werden noch erwartet?" .	295

Abbildung C3-2:	Rangfolge der Wirkungen der Einführung computergestützter Techniken	296
Tabelle C3-5:	Nennungen zur Frage "Hatte der bisherige Einsatz computergestützter Techniken Veränderungen der Aufbauorganisation zur Folge?"	297
Tabelle C3-6:	Nennungen zur Frage "Sehen Sie wesentliche Nachteile infolge der Einführung computergestützter Techniken?"	297
Tabelle C4-1:	Innerbetriebliche Diffusion computergestützter Techniken nach betrieblichen Funktionsbereichen	298
Tabelle C4-2:	Aktueller und geplanter Einsatz computergestützter Techniken sowie Steigerungsraten aufgrund geplanter Investitionsvorhaben für betriebliche Funktionen im kaufmännischen Bereich	299
Tabelle C4-3:	Aktueller und geplanter Einsatz computergestützter Techniken sowie Steigerungsraten aufgrund geplanter Investitionsvorhaben für betriebliche Funktionen im technischen Bereich	300
Tabelle C4-4:	Aktuelle Verbreitung computergestützter Techniken für betriebliche Funktionen im technischen Betriebsbereich in einzelnen Branchen	301
Tabelle C4-5:	Geplante Verbreitung computergestützter Techniken für betriebliche Funktionen im technischen Betriebsbereich in einzelnen Branchen	302
Tabelle C4-6:	Steigerungsraten der Verbreitung computergestützter Techniken aufgrund geplanter Investitionsvorhaben im technischen Bereich in einzelnen Branchen	303
Tabelle C4-7:	Anschaffungswerte der computergestützten Anlagen in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	304
Tabelle C4-8:	Ausgaben für Installationen bzw. bauliche Veränderungen im Zuge des Einsatzes computergestützter Techniken	305
Tabelle C4-9:	Anteile der an computergestützten Anlagen Beschäftigten in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen - gemessen an der Zahl aller im speziellen Funktionsbereich Beschäftigten	306
Tabelle C4-10:	Anteil der Anschaffungswerte für computergestützte Anlagen in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen - gemessen an den gesamten Anlageinvestitionen des Betriebes	307

Tabelle C4-11:	Geplante Investitionsvolumina in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	308
Tabelle C4-12:	Erwartete Erhöhung der Produktionskapazität aufgrund geplanter Investitionsvorhaben	309
Tabelle C4-13:	Anzahl der eingesetzten computergestützten Anlagen in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	309
Tabelle C4-14:	Automatisierungsgrade in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	309
Tabelle C4-15:	Innerbetriebliche Diffusion verschiedener Typen von CNC-gesteuerten Anlagen	310
Tabelle C4-16:	Anzahl der eingesetzten CNC-gesteuerten Anlagen nach verschiedenen Typen	311
Tabelle C4-17:	Kombinationen des Einsatzes verschiedener Typen von CNC-gesteuerten Fertigungsanlagen	312
Tabelle C4-18:	Realisierte Kombinationen der Anwendung computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen	313
Tabelle C4-19:	Realisierte Kombinationen der Anwendung computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen bei Betrieben des Maschinenbaus	314
Tabelle C4-20:	Realisierte Kombinationen der Anwendung computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen bei Betrieben der Elektrotechnik	315
Tabelle C4-21:	Realisierte Kombinationen der Anwendung computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen bei Betrieben der Holzbe- und -verarbeitung	316
Tabelle C4-22:	Realisierte Kombinationen der Anwendung computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen bei Betrieben der Textilindustrie	317
Tabelle C4-23:	Zeitpunkte der Ersteinführung computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen . . .	318
Tabelle C4-24:	Zwischenbetriebliche informationstechnische Vernetzung	319
Tabelle C4-25:	Innerbetriebliche informationstechnische Vernetzungen im kaufmännischen Bereich	320

Tabelle C4-26:	Innerbetriebliche informationstechnische Vernetzungen im technischen Betriebsbereich	321
Tabelle C4-27:	Realisierte informationstechnische Vernetzungen in einzelnen Wirtschaftsbereichen	322
Tabelle C4-28:	Geplante informationstechnische Vernetzungen in einzelnen Wirtschaftsbereichen	323
Tabelle C4-29:	Steigerungsraten der Verbreitung einzelner informationstechnischer Vernetzungen aufgrund geplanter Investitionsvorhaben in einzelnen Wirtschaftsbereichen	324
Tabelle C4-30:	Informationstechnische Vernetzungen zwischen kaufmännischem und technischem Betriebsbereich	325
Tabelle C4-31:	Realisierte informationstechnische Vernetzungen zwischen kaufmännischem und technischem Betriebsbereich in einzelnen Branchen	326
Tabelle C4-32:	Geplante informationstechnische Vernetzungen zwischen kaufmännischem und technischem Betriebsbereich in einzelnen Branchen	327
Tabelle C4-33:	Steigerungsrate der Verbreitung einzelner informationstechnischer Vernetzungen zwischen kaufmännischem und technischem Bereich aufgrund geplanter Investitionsvorhaben in einzelnen Branchen	328
Tabelle C4-34:	Auswahl der häufigsten - realisierten - Einsatzkombinationen der informationstechnischen Vernetzungen im kaufmännischen Bereich	329
Tabelle C4-35:	Auswahl der häufigsten - realisierten und geplanten - Einsatzkombinationen der informationstechnischen Vernetzungen im kaufmännischen Bereich	330
Tabelle C4-36:	Auswahl der häufigsten - realisierten - Einsatzkombinationen der informationstechnischen Vernetzungen im technischen Betriebsbereich	331
Tabelle C4-37:	Auswahl der häufigsten - realisierten und geplanten - Einsatzkombinationen der informationstechnischen Vernetzungen im technischen Betriebsbereich	331
Tabelle C4-38:	Rangkorrelations-Koeffizienten für die Zusammenhänge zwischen den potentiell relevanten Faktoren im Umfeld der betrieblichen Technikadoption und der betriebspezifischen Techniknutzung	332

Tabelle C4-39:	Determinanten der innerbetrieblichen Diffusion computer-gestützter Techniken im Bürobereich/Fertigungssteuerung . . .	333
Tabelle C4-40:	Determinanten der innerbetrieblichen Diffusion computer-gestützter Techniken in der Konstruktion	335
Tabelle C4-41:	Determinanten der innerbetrieblichen Diffusion computer-gestützter Techniken in der Teilefertigung	337
Tabelle C5-1:	Nennungen zur Frage "Welche Zeitveränderungen sind durch die CAD-Anwendungen - im Vergleich zur konventionellen Arbeitsweise - bei den einzelnen Funktionen erzielt worden?"	340
Tabelle C5-2:	Nennungen zur Frage: "Welche Wirkungen gehen von der CAD-Anwendung in Ihrem Betrieb aus?"	341
Tabelle C5-3:	Determinanten der Veränderung des Zeitaufwandes insgesamt sowie bei einzelnen Anwendungen im Zuge des CAD-Einsatzes	342
Tabelle C5-4:	Determinanten von Einzel-Wirkungen der CAD-Nutzung . . .	344
Tabelle C5-5:	Nennungen zur Frage "Wie hat sich die Durchlaufzeit im Zuge der CNC-Anwendung durchschnittlich verändert?"	347
Tabelle C5-6:	Nennungen zur Frage "Wie hat sich die durchschnittliche Ausfallquote des Maschinenparks in der Teilefertigung infolge der CNC-Anwendung verändert?"	347
Tabelle C5-7:	Nennungen zur Frage "Hat sich die Ausschußquote im Zuge der CNC-Anwendung verändert?"	347
Tabelle C5-8:	Nennungen zur Frage "Wie beurteilen Sie die Wirkung der CNC-Anwendung in der Teilefertigung auf die Produktqualität?"	348
Tabelle C5-9:	Nennungen zur Frage "Wie haben sich die Losgrößen je Fertigungsauftrag im Zuge der CNC-Einführung verändert?" .	348
Tabelle C5-10:	Nennungen zur Frage "Welche Losgrößen fertigen Sie - im Vergleich zur Fertigung auf konventionell gesteuerten Maschinen - vorrangig auf CNC-Anlagen?"	348
Tabelle C5-11:	Nennungen zur Frage "Hat sich das Spektrum der zu fertigenden Teile im Zuge der CNC-Anwendung verändert?" . . .	349
Tabelle C5-12:	Nennungen zur Frage "Haben sich im Zuge der Anwendungen computergestützter Techniken in der Teilefertigung die Lagerbestände verändert?"	349

Tabelle C5-13:	Entwicklung der Arbeitsschichten im Zuge der Einführung computergestützter Techniken in der Teilefertigung	349
Tabelle C5-14:	Nennungen zur Frage "Welche sonstigen Wirkungen gehen von der Nutzung computergestützter Techniken in der Teilefertigung in diesem Betrieb aus?"	350
Tabelle C5-15:	Alternative Formen der Arbeitsorganisation im Zuge der Einführung computergestützter Techniken in der Teilefertigung	351
Tabelle C5-16:	Einführungszeitpunkte der Werkstattprogrammierung	353
Tabelle C5-17:	Personelle Einsatzstrukturen bei Werkstattprogrammierung . .	353
Tabelle C5-18:	Einsatzschwerpunkte der Werkstattprogrammierung	353
Tabelle C5-19:	Anteil der Werkstattprogrammierung am gesamten Programmieraufwand	353
Tabelle C5-20:	Determinanten der Organisationsform der Werkstattprogrammierung	354
Tabelle C5-21:	Determinanten der Veränderung der Durchlaufzeit sowie einzelner Zeitkomponenten im Zuge des CNC-Einsatzes . . .	355
Tabelle C5-22:	Determinanten der technikinduzierten Veränderungen des Teilespektrums und der durchschnittlichen Losgröße im Zuge des CNC-Einsatzes	357
Tabelle C6-1:	Struktur der quantitativen Arbeitsplatzbewegungen bei Anwenden computergestützter Techniken im Bürobereich /Fertigungssteuerung	358
Tabelle C6-2:	Struktur der quantitativen Arbeitsplatzbewegungen bei Anwenden computergestützter Techniken in der Konstruktion	359
Tabelle C6-3:	Struktur der quantitativen Arbeitsplatzbewegungen bei Anwenden computergestützter Techniken in der Teilefertigung	360
Tabelle C6-4:	Struktur der quantitativen Arbeitsplatzbewegungen bei Anwenden computergestützter Techniken in der Montage . .	361
Tabelle C6-5:	Struktur der quantitativen Arbeitsplatzbewegungen bei Anwenden computergestützter Techniken in der Qualitätskontrolle	362

Tabelle C6-6:	Struktur der quantitativen Arbeitsplatzbewegungen bei Anwendern computergestützter Techniken in der Lagerhaltung	363
Tabelle C6-7:	Struktur der quantitativen Arbeitsplatzbewegungen bei Anwendern computergestützter Techniken auf gesamtbetrieblicher Ebene	364
Tabelle C6-8:	Technikinduzierte quantitative Arbeitsplatzbewegungen im Bürobereich/Fertigungssteuerung	365
Tabelle C6-9:	Technikinduzierte quantitative Arbeitsplatzbewegungen in der Konstruktion	366
Tabelle C6-10:	Technikinduzierte quantitative Arbeitsplatzbewegungen in der Teilefertigung	367
Tabelle C6-11:	Technikinduzierte quantitative Arbeitsplatzbewegungen in der Montage	368
Tabelle C6-12:	Technikinduzierte quantitative Arbeitsplatzbewegungen in der Qualitätskontrolle	369
Tabelle C6-13:	Technikinduzierte quantitative Arbeitsplatzbewegungen in der Lagerhaltung	370
Tabelle C6-14:	Technikinduzierte quantitative Arbeitsplatzbewegungen auf gesamtbetrieblicher Ebene	371
Tabelle C6-15:	Struktur der arbeitsmarktwirksamen Nettobewegungen im Zuge des Einsatzes computergestützter Techniken in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen und auf gesamtbetrieblicher Ebene	372
Tabelle C6-16:	Determinanten der technikinduzierten quantitativen Arbeitsplatzeffekte im Bürobereich/Fertigungssteuerung	373
Tabelle C6-17:	Determinanten der technikinduzierten quantitativen Arbeitsplatzeffekte in der Konstruktion	376
Tabelle C6-18:	Determinanten der technikinduzierten quantitativen Arbeitsplatzeffekte in der Teilefertigung	378
Tabelle: C7-1:	Anteil der Betriebe, welche im Zusammenhang mit der Nutzung computergestützter Technik Maßnahmen der Weiterqualifikation durchgeführt haben nach Funktionsbereichen und Art der Weiterqualifikation	381

Tabelle C7-2:	Anteil der weiterqualifizierten Mitarbeiter nach Ausgangsqualifikation an allen Weiterqualifizierten insgesamt sowie nach betrieblichen Funktionsbereichen	381
Tabelle C7-3:	Zeitliche Dauer der Weiterqualifikation nach Ausgangsqualifikation der Teilnehmer und betrieblichen Funktionsbereichen	382
Tabelle C7-4:	Probleme bei der Bewältigung des Weiterqualifikationsbedarfs	383
Tabelle C7-5:	Lohn- bzw. Gehaltserhöhungen als direkte Folge von Weiterqualifikation für die Betriebe insgesamt und nach Funktionsbereichen	384
Tabelle C8-1:	Anteil der Betriebe mit Neueinstellungen infolge der Nutzung computergestützter Techniken differenziert nach Funktionsbereichen und Qualifikation der Neueinstellungen	385
Tabelle C8-2:	Qualifikationsstruktur der für die Arbeit an computergestützten Anlagen neu eingestellten Mitarbeiter nach betrieblichen Funktionsbereichen	385
Tabelle C8-3:	Anteil der Betriebe mit Freisetzungen infolge der Nutzung computergestützter Techniken differenziert nach Funktionsbereichen und Qualifikation der freigesetzten Mitarbeiter	386
Tabelle C8-4:	Qualifikationsstruktur der Mitarbeiter, welche infolge der Anwendung computergestützter Technik nicht mehr beschäftigt werden insgesamt und nach Funktionsbereichen . .	387
Tabelle C8-5:	Relation von neu eingestellten Mitarbeitern zu freigesetzten Arbeitskräften bzw. Abgängen infolge der Anwendung computergestützter Technik, differenziert nach Qualifikation der Mitarbeiter und betrieblichen Funktionsbereichen	390
Übersicht 1:	Profil der wichtigsten Eigenschaften der CAD-Technik . . .	429
Übersicht 2:	Profil der wichtigsten Eigenschaften der CNC-Technik	441

Einführung

Den computergestützten Techniken kommt für das Wachstum und den soziostrukturellen Wandel während der kommenden Jahrzehnte wahrscheinlich ein zentraler Stellenwert zu. Im Vergleich zu anderen häufig als "Schlüsseltechnologien" bezeichneten Bereichen, wie etwa der Biotechnologie, den neuen Werkstoffen, den Sensoren oder der Lasertechnologie eignen sich computergestützte Techniken (oder, wie sie häufig auch genannt werden: Informations-, Kommunikations- und Steuerungstechniken) aufgrund ihrer nahezu universellen Anwendbarkeit vermutlich am besten für eine exemplarische Analyse der Beschäftigungswirkungen des technischen Wandels. Obwohl die Entwicklung des ersten brauchbaren Mikroprozessors bereits annähernd 20 Jahre zurückliegt, heißt es, daß heute erst 10 bis 15 Prozent der anwendungsbezogenen Nutzungsmöglichkeiten der Mikroelektronik realisiert sind (bei ca. 25.000 Möglichkeiten im Jahr 2000; vgl. Meier 1986, S. 29). Die Mikroelektronik ist nicht nur in fast jedem betrieblichen und privaten Funktionsbereich anwendbar, über den Aufbau bzw. Ausbau der Telekommunikationsinfrastruktur werden vermutlich auch Büro-, Fertigungs-, Kommunikations- und Konsumtechnik langfristig zu einem Netz zusammenwachsen, mit heute kaum absehbaren Konsequenzen für die Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen sowie für die soziale Organisation.

In der vorliegenden Studie werden die qualitativen und quantitativen Beschäftigungswirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken in Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes der Bundesrepublik Deutschland untersucht. Während die Wissenschaft lange Zeit von der Vorstellung ausging, daß eine bestimmte Technik auch ganz spezifische Wirkungen entfaltet, ist diese Position des sogenannten "Technik-Determinismus" inzwischen weitgehend geräumt (vgl. hierzu Lutz 1984, 1987). Diverse Untersuchungen zu den Wirkungen neuer Techniken im allgemeinen und des Computers im speziellen haben nämlich klar gezeigt, daß relativ große Freiheitsgrade beim Technik-Einsatz bestehen und die Wirkungen einer bestimmten Technik entsprechend unterschiedlich ausfallen können. Die vorliegende Arbeit knüpft hier an und fragt nach den Bestimmungsgründen für die Art des Technik-Einsatzes und die jeweiligen Wirkungen. Ein wesentliches Ziel der Studie bestand darin, die Bedeutung des Kontextes für die Anwendung und die Wirkungen der Technik genauer zu analysieren.

Die Untersuchung setzt auf der "Mikro"-Ebene von Betrieben an, geht teilweise aber noch eine Ebene tiefer und fragt nach den Wirkungen des Technik-Einsatzes in einzelnen Abteilungen bzw. an einzelnen Arbeitsplätzen. Dies ermöglicht zum einen eine relativ detaillierte Erfassung der Technik-Wirkungen in den Betrieben, zum

anderen lassen sich die Umfeldbedingungen hier wesentlich präziser erfassen, als dies auf der Aggregat-Ebene, d.h. mittels Analyse von Summen-, Durchschnitts- und/oder Anteilswerten für Branchen, Regionen bzw. die Volkswirtschaft insgesamt der Fall ist. Wie die in dieser Arbeit enthaltenen Analysen nämlich deutlich zeigen, sind die Umfeldbedingungen sowie die internen Charakteristika von Betrieben einer Branche derart heterogen, daß sich kaum branchenspezifische Charakteristika feststellen lassen. Ein zentrales Ergebnis der vorliegenden Untersuchung kann darin gesehen werden, daß sowohl dem marktlichen Umfeld als auch den verschiedenen internen Gegebenheiten der Betriebe (z.B. Fertigungsweise, Qualifikationsstruktur der Beschäftigten) ein entscheidender Einfluß auf die Wirkungen der Technik zukommt.

Die Arbeit gliedert sich in vier Teile. *Teil A* erläutert die Vorgehensweise sowie die Datengrundlagen der Untersuchung und geht dabei insbesondere auch auf methodische Fragen ein. In *Teil B* der Arbeit werden Diffusion, Adoption und Wirkungen computergestützter Techniken auf der Grundlage von Vergleichen zwischen Adoptoren und Nichtadoptoren untersucht. Die Datenbasis hierfür stellt eine postalische Befragung von Industriebetrieben in ausgewählten Regionen der Bundesrepublik Deutschland dar, aus der gut 3.300 verwertbare Antworten vorliegen. Darauf aufbauend wird in *Teil C* den Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken mittels Fallstudien/Interviews in 274 Betrieben aus vier Branchen intensiv nachgegangen. Befragt wurden Betriebe aus dem Maschinenbau, der Elektroindustrie, der Holzbe- und -verarbeitung sowie aus der Textilindustrie; sämtliche dieser Betriebe setzen computergestützte Technik (zumindest) im Bereich der "Maschinensteuerung" und/oder in der "Konstruktion" ein. Abschließend werden in *Teil D* die wesentlichen Untersuchungsergebnisse zusammengefaßt und wirtschaftspolitische Schlußfolgerungen gezogen.

Sämtliche im Text erwähnten Tabellen und Abbildungen sind am Ende des Textteiles zusammengefaßt.

Teil A: Vorgehensweise und Datengrundlagen

1. Untersuchungskonzept

1.1 Aufgabenstellung der Studie

Die vorliegende Arbeit ist durchaus nicht die erste empirische Studie, welche die Wirkungen computergestützter Techniken in Industriebetrieben zum Gegenstand hat. Vielmehr liegen bereits eine ganze Vielzahl von Untersuchungen vor, die sich z.T. sehr eingehend und detailliert mit dieser Fragestellung befassen (zum Überblick vgl. Friedrich/Ronning 1985). Daß der Kenntnisstand über die Wirkungen neuer Techniken dennoch unbefriedigend ist, dürfte mit verschiedenen Mängeln der bisherigen Analysen zu tun haben. So erfassen Untersuchungen auf der Aggregat-Ebene die Technik-Wirkungen nur sehr global und indirekt, so daß über die genauen Wirkungszusammenhänge oft nur spekuliert werden kann. Die bisherigen, auf der einzelwirtschaftlichen Ebene (bei Betrieben oder Unternehmen) ansetzenden Studien der Wirkungen neuer Techniken sind durch zweierlei wesentliche Schwächen gekennzeichnet:

- Sie bleiben entweder thematisch auf kleine Teilbereiche (z.B. Weiterqualifikationsbedarf infolge des Technikeinsatzes, Auswirkungen auf die innerbetriebliche Arbeitsteilung) beschränkt, und/oder
- sie beruhen nur auf einigen wenigen Einzelfällen, und es ist unklar, inwieweit die Ergebnisse verallgemeinerbar sind.

Mit der vorliegenden Untersuchung soll zur Überwindung dieser beiden Schwachpunkte beigetragen werden. Das Ziel besteht einmal darin, die vielfältigen Wirkungen des Technikeinsatzes möglichst vollständig zu erfassen und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Gründe für die Nutzung computergestützter Techniken zu untersuchen. Es ist gewissermaßen ein "Gesamtbild" der wesentlichen Wirkungen und Wirkungszusammenhänge zu erstellen, in welches die bereits in anderen Untersuchungen ermittelten Befunde eingeordnet werden können. Zum anderen soll geklärt werden, inwieweit sich verallgemeinerbare Aussagen zu den Technik-Wirkungen machen lassen. Hierzu ist es notwendig, daß hinreichend viele Fälle in die Untersuchung eingehen.

Diese Zielsetzung der vorliegenden Studie hat zwei wesentliche methodische Implikationen. Zum einen können Erhebungen mit den für die Problemstellung erforderlichen Fallzahlen nur dann sinnvoll ausgewertet werden, wenn sie in weitgehend standardisierter Form erfolgen. Zum anderen muß sich die Erhebung -

da die für die Technik-Wirkungen relevanten Aspekte möglichst vollständig erfaßt werden sollen - allein schon aus Gründen der Zumutbarkeit für die Gesprächspartner in vielerlei Hinsicht auf einige wesentliche "Schlüssel"-Informationen beschränken. Dies hat zur Folge, daß häufig nicht die Detailgenauigkeit erreicht werden kann, welche für eine Reihe von industriesoziologischen Fallstudien mit relativ enger Fragestellung kennzeichnend ist. Aus erhebungstechnischen Gründen müssen Unschärfen im Detail für die Erstellung eines "Gesamtbildes" der wesentlichen Relationen in Kauf genommen werden. Um diese Art von Tiefenschärfe zu erreichen, ist es aber auch nicht unbedingt erforderlich, alle Bereiche gewissermaßen durch ein "Mikroskop" zu betrachten.

Im folgenden erläutern wir die Vorgehensweise sowie das Instrumentarium unserer Untersuchung und geben dabei einen Überblick über die Struktur der Untersuchungssamples.

1.2 Methodische Probleme von Untersuchungen zur Abschätzung der Beschäftigungswirkungen technischer Neuerungen und ihre Behandlung in dieser Studie

An dieser Stelle soll nicht auf alle und zumeist wohlbekannten methodischen Probleme der Analyse der Beschäftigungswirkungen neuer Techniken im allgemeinen (vgl. Friedrich/Ronning 1985) und der computergestützten Techniken im besonderen (vgl. Dostal 1980, 1982; v. Thienen 1983) eingegangen werden. Zwei dieser Probleme müssen allerdings erwähnt werden, weil sie konstitutiv für die Anlage der Studie sind.

1.2.1 Zum Technikkonzept dieser Studie

Im Rahmen der postalischen Erhebung, welche dieser Studie u.a. zugrunde liegt, wurde nach dem Einsatz elektronischer Datenverarbeitung in vier betrieblichen Funktionsbereichen gefragt (vgl. Frage 16 des postalischen Fragebogens in Anhang I); bei diesen Funktionsbereichen handelte es sich um den kaufmännischen Bereich, die Maschinensteuerung (CNC), die Fertigungssteuerung sowie die Konstruktion (CAD). Zusätzlich wurde auch (Frage 15) die Nutzung von neueren Telekommunikations-Diensten (Telefax, Teletex, Datex, Bildschirmtext) erhoben.

Grundlage für die Interviews war ein weitgehend "geschlossener" bzw. standardisierter Fragebogen (vgl. Anhang II), der genügend Raum für offene Fragen zur Biographie des Betriebs während der vorausgegangenen zehn Jahre ließ. In den

Interviews, die zumeist mit mehreren Ansprechpartnern in den besuchten Betrieben durchgeführt wurden, ging es sowohl um

- die allgemeine Situation des Betriebs (Betriebsentwicklung nach Umsätzen und Beschäftigten, Produktprogramm und Marktsituation, Gewinnentwicklung, rechtlich-organisatorische Verflechtung, Beschäftigtenstruktur, Produktinnovationen, Produktionsweise und Innovationsverhalten im Verfahrensbereich, Überblick über die Entwicklung und Auswirkungen der Nutzung computergestützter Techniken, Aktivitätsstruktur, Qualifikationsstruktur, Investitionen) als auch um
- die spezifischen technisch-organisatorischen Gegebenheiten in den verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen (kaufmännischer Bereich und Fertigungssteuerung, Konstruktion, Teilefertigung, Montage, Sonstige, insbesondere Qualitätskontrolle, Montage, Lagerhaltung).

Der Schwerpunkt der Analyse von Anwendungstiefe und den Anwendungsfolgen computergestützter Techniken liegt hier bei den Funktionsbereichen "Teilefertigung" (Maschinensteuerung) und "Konstruktion" (CAD). Diese beiden Bereiche umfassen die für industrielle Aktivitäten typischen Anwendungen computergestützter Techniken. Die größte Tiefenschärfe erreichen die Interviews hinsichtlich der computergestützten Techniken in der Teilefertigung; der Grund hierfür besteht im wesentlichen darin, daß die Anwendung computergestützter Techniken in der Konstruktion noch wenig verbreitet ist und detailliertere Auswertungen an der nur begrenzten Fallzahl scheitern.

Auf die detaillierte Analyse der Wirkungen computergestützter Techniken im kaufmännischen Bereich und in der Fertigungssteuerung wurde hier angesichts des damit verbundenen Erhebungsaufwandes und in Anbetracht der Belastbarkeit bzw. Auskunftswilligkeit der Interviewpartner in den Betrieben verzichtet. Die Fertigungssteuerung umfaßt Tätigkeiten wie etwa "Produktions- und Fertigungsprogramm ermitteln", "Materialbedarfsermittlung", "Beschaffungsrechnung", "Terminierung des Fertigungsdurchlaufs", "Kapazitätsabstimmung" sowie "Fertigungsüberwachung" und ist nur im Fall einer weitgehend automatisierten Fertigung auch relativ eng mit dem Bereich der Maschinensteuerung verzahnt. Aus diesem Grunde wurden im Rahmen der Interviews die Anwendungstiefe und die Anwendungsfolgen computergestützter Techniken für den kaufmännischen Bereich und für die Funktion "Fertigungssteuerung" gemeinsam erhoben.

Die Konzentration auf verfahrenstechnische Fortschritte in der Fertigung des Verarbeitenden Gewerbes bedeutet zweifellos eine gewisse Schlagseitigkeit der Studie in Richtung auf negative Beschäftigungseffekte. Allerdings ist eine solche Ausrichtung der Studie für denjenigen, welcher nicht unbedingt von der sogenannten "Job-Killer"-Hypothese überzeugt ist, ein besonders interessanter Fall, dürfte dies doch der härteste Test seiner eher optimistischen Betrachtungsweise des technischen Fortschritts sein.

Auch wenn das Hauptinteresse der empirischen Untersuchung auf der Anwendungstiefe und den Anwendungsfolgen computergestützter Techniken im Bereich der Fertigung von Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes liegt, so bedeutet dies nicht, daß die Anwendung computergestützter Techniken in anderen Funktionsbereichen der Betriebe vollständig vernachlässigt bliebe. Dies würde einem zentralen Anliegen der Studie widersprechen, nämlich auch indirekte, längerfristige Wirkungen computergestützter Techniken zu analysieren. Zu diesem Zweck müssen im Prinzip sämtliche betrieblichen Funktionsbereiche mit beobachtet werden. Dies zum einen deshalb, um sämtliche u.U. relevanten Aspekte des internen Kontextes, in welchen die Technik eingebettet ist, zu erfassen; zum anderen war nur so sicherzustellen, daß bestimmte Wirkungen nicht systematisch übersehen werden. Es war zu vermuten, daß sich die Wirkungen der Einführung computergestützter Techniken - wie bei einem Stein, der ins Wasser geworfen wird - in immer größeren Kreisen von den direkt an den jeweils neuen Anlagen betroffenen Arbeitsplätzen über den jeweiligen Funktionsbereich hinaus in alle Funktionsbereiche des Betriebs und über die Betriebsgrenzen hinaus als Veränderung von Vorleistungs- und Absatzmarktverflechtung verbreiten.

Es ergeben sich damit vier Beobachtungsebenen allein im Rahmen dieser Studie auf der Mikroebene:

- die Beobachtungsebene der einzelnen Maschine,
- die Beobachtungsebene des betrieblichen Funktionsbereichs,
- die Beobachtungsebene des Gesamtbetriebs,
- die Beobachtungsebene des betrieblichen Umfeldes (Bezugs- und Absatzmärkte).

1.2.2 Zum Problem der Isolierbarkeit von Technikwirkungen durch Kontrollgruppenvergleiche

Studien zu den Beschäftigungswirkungen neuer Techniken unterliegen prinzipiell der gleichen Schwierigkeit wie Wirkungsanalysen wirtschaftspolitischer Maßnahmen und werden deshalb auch ähnlich wie letztere in gewissem Umfang immer umstritten bleiben. Sie müssen nämlich zwei Zustände miteinander vergleichen, von denen mindestens einer fiktiv ist, die Entwicklung des jeweils interessierenden sozio-ökonomischen Systems mit und ohne Technik (bzw. Maßnahme). Bei Ex-post-Analysen ist im allgemeinen nur die "Mit"-Entwicklung beobachtbar, die "Ohne"-Entwicklung dagegen muß anhand geeigneter Modelle simuliert werden. Bei Wirkungsprognosen verschärft sich das Problem insofern, als nun keine der beiden miteinander zu vergleichenden Entwicklungen der Realität entnommen werden kann.

Wie auf dem Gebiet wirtschaftspolitischer Wirkungsanalysen neigen Analytiker auch auf dem Gebiet der Technikbewertung zur leichteren, aber in mehrfacher Weise

kurzschlüssigen "Vorher-Nachher-Analyse". Zum einen schneiden solche "Vorher-Nachher-Analysen" im allgemeinen jene indirekten und längerfristigen Effekte von Eingriffen in sozio-ökonomische Entwicklungsabläufe ab, welche u.U. viel gravierendere Wohlfahrtsverluste oder -gewinne bedeuten als die direkten, kurzfristigen Effekte. Zum anderen vernachlässigen sie die Tatsache, daß sich die betrachteten sozio-ökonomischen Systeme auch ohne den zur Debatte stehenden Eingriff verändert hätten und deshalb nicht jede Vorher-Nachher-Differenz dem Eingriff als Wirkung zugerechnet werden kann. Wegen der besonderen Schwierigkeit von Mit-und-Ohne-Analysen wundert es nicht, daß sich die meisten bekannten Fallstudien zu den Arbeitsmarkteffekten neuer Techniken auf Methoden beschränken, welche nur die Feststellung kurzfristiger, direkter Effekte der jeweiligen Technik gestatten (vgl. Friedrich/Ronning 1985, S. 86).

In methodischer Hinsicht verlangt die Erfassung auch der indirekten, längerfristigen Beschäftigungswirkungen einer Technik entweder die Mehrfachbefragung der Analyseeinheiten (Unternehmen, Betriebe) oder die Retrospektiv-Befragung der Analyseeinheiten über einen längeren Zeitraum hinweg. Letztere bringt Probleme der Datenqualität (Erinnerungslücken, Uminterpretationen) mit sich. Da uns die Mittel für eine Mehrfachbefragung fehlten, blieb nur der Weg der Retrospektiv-Befragung: Alle Betriebe wurden zurück bis zum Jahre 1975 befragt, sowohl bei der postalischen Befragung, als auch bei den Interviews, wobei für die länger zurückliegenden Zeiträume nur die wichtigsten Betriebsdaten erhoben wurden.

Materiell war jedoch das Problem zu lösen, wie man die Technikwirkungen isolieren kann. "Fast immer laufen nämlich die Anwendungen neuer Techniken gleichzeitig mit erheblichen sonstigen Veränderungen ab, wie beispielsweise Organisationsveränderungen, Veränderungen der Produkte, der Absatzmärkte, Verschiebungen der regionalen Wirtschaftsstruktur und der weltwirtschaftlichen Arbeitsteilung, Veränderung von Rohstoff- bzw. Energiekosten im Kontext der übrigen Produktionskosten usw. Diese sonstigen Veränderungen können entweder unabhängig von der neuen Technik ablaufen oder von ihr ausgelöst, beeinflußt oder getragen werden." (Dostal 1980, S. 40).

Der naheliegende Versuch, das Problem der Trennung von Wirkungen eines bestimmten Umstandes von der Wirkung anderer Umstände durch einen Kontrollgruppenvergleich zu lösen, stößt bei der Analyse von Wirkungen der Verbreitung neuer Techniken auf - wie wir meinen - unüberwindliche Probleme. Denn um aussagekräftig im Hinblick auf die Technikwirkungen zu sein, müßten die als Kontrollgruppe benutzten nicht-übernehmenden Betriebe im Hinblick auf möglichst viele Eigenschaften (außer der Technikübernahme) den Übernehmern ähnlich sein. Diese Ähnlichkeit bezieht sich insbesondere auf jene Eigenschaften, welche die objektive Profitabilität der Technikübernahme beeinflussen. Um es am Beispiel CNC-gesteuerter Werkzeug-

maschinen zu verdeutlichen: Die Übernahme dieser Maschinen ist für solche Betriebe besonders profitabel, deren Teilespektrum kleine bis mittlere Losgrößen je Fertigungsauftrag, hohe Wiederholhäufigkeiten der Lose, hohe Komplexität der Teileformen und hohe Genauigkeitsanforderungen beinhaltet. Solche Betriebe haben meist ein hochdifferenziertes Produktprogramm und neigen zu einer flexiblen, entwicklungsintensiven Fertigung. Selbst wenn man zu einem bestimmten Zeitpunkt Betriebe mit den eben genannten Charakteristika des Teilespektrums findet, welche noch keine CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen angeschafft haben, ist es höchst unwahrscheinlich, daß die gleichen Betriebe einige Jahre später (und um derartige Zeiträume geht es ja insbesondere dann, wenn man längerfristige Technikwirkungen feststellen will) immer noch zu den Nichtübernehmern gehören. Solche nicht-übernehmenden Betriebe, gäbe es sie, handeln je länger desto mehr gegen ihre wirtschaftlichen Interessen, weil es objektiv für sie hochprofitabel wäre, die CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen zu übernehmen. Nimmt man also Betriebe, welche vor zehn oder mehr Jahren CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen übernommen haben, und vergleicht sie mit solchen, welche bis heute diese Technik nicht übernommen haben, so handelt es sich nicht um vergleichbare Gruppen. Was solche Vergleiche dann enthüllen, sind nicht Technikwirkungen, sondern Wirkungen derjenigen (bzw. Unterschiede in denjenigen) betrieblichen Charakteristika, welche Determinanten der Technikübernahme sind.

Vergleiche zwischen Übernehmern und Nichtübernehmern sind deshalb mit Vorsicht zu interpretieren. Sie werden in dieser Studie lediglich mit den Daten aus der postalischen Befragung durchgeführt, vor allem mit dem Zweck, die Variabilität der Ergebnisse in Abhängigkeit vor der sektoralen und zeitlichen Abgrenzung des verwendeten Datensatzes, und damit auch ihre Fragwürdigkeit nachzuweisen (vgl. Teil B.2). Die Interviews, in denen im wesentlichen die Technikwirkungen erfaßt werden sollten, wurden dagegen nur mit Anwendern der Technik durchgeführt. Die Entfaltung der "Technikwirkungen" in Teil B und C dieses Buches wird zeigen, daß der Technikeinsatz immer mit bestimmten, wenn auch höchst unterschiedlichen Kontexten einhergeht, die gleichzeitig seine Wirkungen definieren.

2. Datengrundlagen: Zur Struktur der Untersuchungs-Samples

Die im Rahmen dieser Studie präsentierten Analysen basieren im wesentlichen auf zwei Datengrundlagen. Zum einen handelt es sich hierbei um eine postalische Befragung von Industriebetrieben in ausgewählten Regionen der Bundesrepublik Deutschland, welche u.a. die Nutzung computergestützter Techniken in verschiedenen Funktionsbereichen erfaßte und aus der Antworten von etwas mehr als 3.300

Industriebetrieben vorliegen; darauf aufbauend wurden die Wirkungen der Nutzung computergestützter Techniken in 274 Fallstudien bzw. Interviews bei Nutzern in ausgewählten Branchen eingehend untersucht. Interviewt wurden Betriebe der Branchen Maschinenbau, Elektroindustrie, Holzbe- und -verarbeitung sowie der Textilindustrie, welche im Rahmen der postalischen Befragung angaben, daß sie computergestützte Techniken im Bereich der Teilefertigung und/oder der Konstruktion nutzen, und ein gewisses Mindestalter aufwiesen. Im folgenden gibt Punkt 2.1 einen Überblick über das Sample der postalisch befragten Betriebe, unter Punkt 2.2 wird dann auf die Auswahl der Betriebe für Interviews, die Durchführung dieser Interviews und wesentliche Merkmale des Samples der interviewten Betriebe eingegangen.

2.1 Das Sample der postalisch befragten Betriebe

2.1.1 Zielgruppe der postalischen Befragung

Die postalische Befragung, auf der eine Reihe der nachfolgend präsentierten Auswertungen beruht, wurde unter dem Titel "Entwicklungsprobleme von Industriebetrieben im Strukturwandel" im Sommer/Herbst 1986 in ausgewählten Regionen der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt (ausführlicher hierzu Fritsch 1989). Der Fragebogen zielte auf die Ermittlung betrieblicher Entwicklungsbedingungen und erfaßte neben der Umsatz- und Arbeitsplatzentwicklung eine ganze Reihe von Merkmalen der Betriebe (z.B. Ressourcenausstattung, Produktprogramm und Produktionsweise; der Fragebogen der postalischen Erhebung ist im Anhang I wiedergegeben). Zielgruppe der Befragungen waren Industriebetriebe mit mindestens etwa 10 Beschäftigten und eigener Fertigung am Standort; reine Vertriebs- bzw. Verwaltungsstandorte von Industrieunternehmen wurden nicht berücksichtigt. Da sich bereits im Rahmen der Pilot-Befragung (vgl. hierzu Fritsch 1988) zeigte, daß Betriebe der Druckindustrie aufgrund von Besonderheiten ihrer Produktionsweise weite Teile des Fragebogens nicht sinnvoll beantworten können, wurde versucht, diese Branche - soweit das Adressenmaterial dies zuließ - von vornherein von der Befragung auszuschließen.

2.1.2 Räumlicher Bezug: Die Untersuchungsregionen

Um die Bedeutung der Standortbedingungen für die Betriebsentwicklung zu erfassen, wurde bei der Auswahl der Untersuchungsregionen versucht, möglichst verschiedenartige Raumtypen zu berücksichtigen. Da die Standortgegebenheiten (z.B. hinsichtlich der

Charakteristika des Arbeitsmarktes, des örtlichen Dienstleistungsangebotes, der Infrastrukturausstattung sowie der Verfügbarkeit von Informationen) in der Regel sehr stark mit dem Verdichtungsgrad variieren, orientierte sich die Regionsauswahl zum einen an der räumlichen Dichte bzw. der Siedlungsstruktur. Um darüber hinaus auch die Streuung der für die Arbeitsplatzentwicklung relevanten Standortbedingungen innerhalb der verschiedenen Verdichtungsgrad-Typen möglichst zuverlässig abzudecken, wurden hier jeweils Regionen mit besonders positiver und mit besonders negativer Arbeitsplatzentwicklung im Sekundärsektor ausgewählt. Der Grund, jeweils die hinsichtlich der industriellen Arbeitsplatzentwicklung extremen Regionen innerhalb der Verdichtungsgrad-Typen als Analyseregionen auszuwählen, bestand im wesentlichen in der Vermutung, daß die möglichen Zusammenhänge zwischen Standortbedingungen und Arbeitsplatzentwicklung sich in solchen Extremfällen am deutlichsten zeigen müßten.

Das Gebietsraster für die Auswahl der Untersuchungsregionen stellten die "Raumordnungsregionen" entsprechend der Abgrenzung der "Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung" (Bonn; im einzelnen hierzu BfLR 1987, S. 7-10) dar. Üblicherweise werden entsprechend dem Verdichtungsgrad drei Grundtypen von Raumordnungsregionen in der Bundesrepublik Deutschland unterschieden, nämlich "Regionen mit großen Verdichtungsräumen", "Regionen mit Verdichtungsansätzen" sowie "ländlich geprägte Regionen" (zu den Abgrenzungskriterien siehe ebd.). Differenziert man innerhalb dieser Typisierung jeweils zwischen Regionen mit besonders günstiger und mit besonders ungünstiger Arbeitsplatzentwicklung im Sekundärsektor, dann ergeben sich sechs Arten von Untersuchungsregionen. Wie Abbildung A-1 zeigt, sind für sämtliche drei Verdichtungsgrad-Typen die Raumordnungsregionen mit besonders positiver Arbeitsplatzentwicklung am südlichen Rand der Bundesrepublik konzentriert, wohingegen die Regionen in der Mitte sowie am nördlichen Rand durchgehend solche mit relativ negativer Arbeitsplatzentwicklung im Industriesektor darstellen.

2.1.3 Zur Struktur des Samples der postalisch befragten Betriebe

Tabelle A-1 zeigt die Verteilung der im Sample enthaltenen Betriebe auf verschiedene Beschäftigtengrößenklassen. Wie aus Tabelle A-1 hervorgeht, haben 59% der postalisch befragten Betriebe weniger als 50 Beschäftigte, mehr als 30% sogar weniger als 20 Beschäftigte; trotz dieses relativ hohen Anteils an Kleinbetrieben sind die ausgesprochenen Großbetriebe mit 1.000 und mehr Beschäftigten noch in hinreichender Anzahl (91 Fälle) in dem Sample enthalten. Fünf Betriebe weisen mehr als 10.000 Beschäftigte auf. Die in Tabelle A-2 zusammengestellte Verteilung der im Sample

enthaltenen Betriebe auf die verschiedenen Branchen (SYPRO-Zweisteller) zeigt ausgeprägte Schwerpunkte in den Bereichen Steine/Erden, Maschinenbau, Elektrotechnik, Eisen-/Blech-/Metallwaren, Chemie, Kunststoffwaren, Holzverarbeitung, Textilindustrie sowie im Ernährungsgewerbe.

Tabelle A-3 gibt einen Überblick über die Altersstruktur der postalisch befragten Betriebe. Wie aus Tabelle A-3 hervorgeht, ist die Gruppe der gerade erst gegründeten, bis zu einem Jahr alten Betriebe in dem Sample relativ schwach besetzt. Daß bei diesen noch im Aufbau befindlichen Neugründungen der Anteil fehlender bzw. wenig sinnvoller Antworten relativ hoch ausfällt, ist sicherlich zu einem erheblichen Teil in der Art der Fragestellung begründet¹. Zu erwarten wäre, daß (unter der Voraussetzung in etwa konstanter Anzahl von Neugründungen pro Jahr) die Anzahl der Betriebe pro Jahrgang aufgrund zwischenzeitlich erfolgter Stilllegungen mit zunehmendem Alter tendenziell sinkt. Wie aus Tabelle A-3 hervorgeht, ist eine solche rückläufige Tendenz der Fallzahlen in den verschiedenen Altersjahrgängen erst im Bereich der mehr als vier Jahre alten Betriebe zu verzeichnen. Die relativ schwache Besetzung im Bereich der weniger als zwei Jahre alten Betriebe legt die Vermutung nahe, daß vor allem diese Betriebsgruppe in dem Sample unterrepräsentiert ist.

Gut 43% aller im Sample enthaltenen Betriebe haben einen Standort in "ländlich geprägten" Raumordnungsregionen, ca. 26% in Raumordnungsregionen "mit Verdichtungsansätzen" und knapp 29% in Raumordnungsregionen "mit großen Verdichtungsräumen". Wie aus Tabelle A-4 hervorgeht, verteilen sich die Betriebe in den "ländlich geprägten" Raumordnungsregionen sowie in Raumordnungsregionen "mit Verdichtungsansätzen" je ca. zur Hälfte auf Gebiete mit relativ positiver bzw. mit relativ negativer Arbeitsplatzentwicklung im Industriesektor; bei den Raumordnungsregionen "mit großen Verdichtungsräumen" sind die Betriebe mit Standorten in Regionen mit relativ positiver Arbeitsplatzentwicklung unterrepräsentiert (zu einer eingehenderen Beschreibung des Samples siehe Fritsch 1989).

2.1.4 Rücklauf und Repräsentativität

Eine Beurteilung von Rücklauf und Repräsentativität des Samples ist vor allem deshalb schwierig, weil keine genauen Informationen über die Grundgesamtheit der für die Befragung relevanten Betriebe (Industriebetriebe mit Fertigung am Standort) verfügbar sind. Rückfragen bzw. Absagen angeschriebener Betriebe legen die

¹ So können etwa Fragen nach der Losgrößenstruktur, nach den Umsatzanteilen in bestimmten Marktphasen oder nach sonstigen Charakteristika von Produktprogramm und Produktionsweise von gerade erst gegründeten Betrieben wahrscheinlich deshalb wenig sinnvoll beantwortet werden, weil sich hier noch kein "normaler" Geschäfts- bzw. Produktionsablauf etabliert hat.

Vermutung nahe, daß neben sehr jungen Betrieben auch Betriebe von Mehr-Betrieb-Unternehmen mit offenbar geringer örtlicher Entscheidungskompetenz in dem Sample unterrepräsentiert sind. Ausgehend von der Grundgesamtheit der angeschriebenen Betriebe dürfte der Anteil der "verwertbaren" Fragebögen an den angeschriebenen "sinnvollen" Adressaten ca. 25% betragen.

Zur genaueren Beurteilung der Repräsentativität des Samples der postalisch befragten Betriebe soll hier eine Sonderaufbereitung der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten herangezogen werden, die von allen verfügbaren Quellen wohl noch die zuverlässigsten Informationen über die regionale Branchen- und Betriebsgrößenstruktur bietet (siehe zu dieser Statistik etwa Wertmer 1981, Cramer 1985, Steffens 1985 sowie König/Weißhuhn 1989). Gegenüber der amtlichen Industriestatistik bietet diese Sonderaufbereitung der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insbesondere den Vorteil eines höheren Erfassungsgrades im Bereich der Kleinbetriebe.² Im Rahmen der uns zur Verfügung gestellten Sonderaufbereitung wurde die Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, welche Personen erfaßt, anhand der für jeden Arbeitnehmer enthaltenen Betriebsnummer in eine Betriebsdatei transformiert, welche eine regionale Zuordnung der Betriebe auf Kreisebene erlaubt (ausführlicher hierzu König/Weißhuhn 1989). Ein Vergleich der von dieser Statistik ausgewiesenen Anzahl ansässiger Industriebetriebe mit den entsprechenden Angaben der amtlichen Industriestatistik bzw. mit dem von uns für die Befragung verwendeten Adressen-Material (in der Regel Mitgliederverzeichnisse für den Bereich "Industrie" der jeweiligen Industrie- und Handelskammern) zeigt, daß die Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten eine größere Anzahl von Betrieben (insbesondere in den unteren Größenklassen) ausweist, was wahrscheinlich vor allem auf einer relativ weiten Abgrenzung von "Industrie" gegenüber dem "Handwerk" beruht.

Tabelle A-5 zeigt die Größenstruktur der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes 1986 entsprechend der Sonderaufbereitung der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten für die Bundesrepublik Deutschland insgesamt sowie für die Untersuchungsregionen. Wie aus dieser Gegenüberstellung hervorgeht, sind die Abweichungen der Betriebsgrößenstruktur in den Untersuchungsregionen von der des Gesamttraumes außerordentlich geringfügig. Auffällig ist, daß die Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten den Anteil der Betriebe mit weniger als 10

² Die amtliche Industriestatistik erfaßt im Bereich der Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten auch Betriebe des "produzierenden Handwerks"; die einmal jährlich (Ende September) durchgeführte "Totalaufbereitung" erfaßt auch "industrielle Kleinbetriebe" mit weniger als 20 Beschäftigten, nicht jedoch Betriebe des "produzierenden Handwerks" in dieser Größenklasse. Da der Übergang zwischen "Industrie" und "produzierendem Handwerk" fließend ist, dürfte die Zuordnung und damit die Erfassung der industriellen Kleinbetriebe (zwangsläufig) durch ein nicht unerhebliches Maß an Willkür geprägt sein.

Beschäftigten mit 68,9% bzw. 69,6% relativ hoch ausweist. Die Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten beziffert den Anteil der in den Untersuchungsregionen ansässigen Betriebe der Druckindustrie an sämtlichen Betrieben mit 4,3%, wohingegen der Anteil der Druckereibetriebe im Sample der postalischen Befragung lediglich 2,0% beträgt, was vor allem dadurch bedingt sein dürfte, daß im Rahmen der Befragung - wie bereits erwähnt - versucht wurde, die Druckindustrie möglichst von vornherein auszuschließen. Tabelle A-6 zeigt den Erfassungsgrad der in den Untersuchungsregionen ansässigen Betriebe in den verschiedenen Größenklassen daher in zwei sektoralen Abgrenzungen, nämlich einmal für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt sowie zum anderen für das Verarbeitende Gewerbe ohne die Druckindustrie, wobei die Abweichungen zwischen diesen beiden Abgrenzungen relativ gering ausfallen.

Wie aus Tabelle A-6 hervorgeht, beträgt der Erfassungsgrad, verstanden als Anteil der Betriebe im Sample an den in den Untersuchungsregionen (lt. Sonderaufbereitung der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) insgesamt ansässigen Betrieben, in der Gruppe der ausgesprochenen Großbetriebe mit 1.000 und mehr Beschäftigten 45% und weist dann mit abnehmender Größe immer niedrigere Werte auf. Während der Erfassungsgrad für die Betriebe mit 50 und mehr Beschäftigten deutlich über 20% liegt, sind die in Tabelle A-6 ausgewiesenen Werte für die Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten relativ gering, was z.T. sicherlich auf eine relativ weite Abgrenzung von "Industrie" im Rahmen der hier als Referenzmaßstab verwendeten Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten zurückzuführen ist.³ Ein weiterer Grund für den relativ niedrigen Erfassungsgrad im Bereich der sehr kleinen Betriebe dürfte darin zu sehen sein, daß versucht wurde, die Betriebe mit weniger als 10 Beschäftigten - wie bereits erwähnt - von vornherein von der Befragung auszuschließen; in dieser Größenklasse beträgt der Anteil der im Sample enthaltenen Betriebe an den laut Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Untersuchungsregionen insgesamt ansässigen Betrieben denn auch weniger als 1%.

3 Insbesondere fragt sich, inwieweit im Rahmen der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nicht auch reine Vertriebs- oder Verwaltungsstandorte - die ja im Rahmen der postalischen Erhebung unberücksichtigt blieben - dem Verarbeitenden Gewerbe zugerechnet sind. Ein für die Pilot-Studie des Projektes durchgeführter Vergleich mit den Ergebnissen der "Totalaufbereitung" der amtlichen Statistik ergab, daß die Größenstruktur des Samples recht gut mit den von der amtlichen Statistik ermittelten Werten übereinstimmt; lediglich für Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten zeigte sich eine leichte Unterrepräsentation (vgl. hierzu Fritsch 1988).

2.2 Die Durchführung der Interviews und die Struktur des Samples der interviewten Betriebe

2.2.1 Zur Auswahl der Betriebe für Interviews

Um ein gewisses Mindestmaß an Homogenität der Produktionsbedingungen bzw. von sektorspezifischen Besonderheiten des Technikeinsatzes zu gewährleisten, blieben die Interviews, in denen den Wirkungen der Nutzung computergestützter Technik detailliert nachgegangen wurde, auf Betrieb bestimmter Branchen beschränkt. Als Auswahl-Kriterien für diese Sektoren diente - abgesehen von der Notwendigkeit entsprechend großer Fallzahlen im Sample der postalisch befragten Betriebe - die allgemeine Nachfrageentwicklung seit Mitte der 70er Jahre. Ausgewählt wurden zum einen die Branchen Maschinenbau und Elektroindustrie (welche durch eine vergleichsweise positive Nachfrageentwicklung seit Mitte der 70er Jahre gekennzeichnet sind) sowie zum anderen die Branchen Holzbe- und -verarbeitung und die Textilindustrie, für welche während der letzten zehn Jahre eine relativ negative Nachfrageentwicklung zu verzeichnen war.⁴ Diese Gegensätzlichkeit der allgemeinen Nachfrageentwicklung sollte es insbesondere ermöglichen, auch die Bedeutung der Marktbedingungen sowie des sonstigen Umfeldes für die Technikwirkungen mit zu analysieren (siehe zu einer knappen Charakterisierung der Entwicklung dieser Branchen während des Untersuchungszeitraums die Ausführungen unter Punkt C.1).

In einem ersten Schritt wurden aus dem Sample der postalisch befragten Betriebe dieser Branchen solche Betriebe ausgewählt, welche auf eine entsprechende Frage hin die Interviewbereitschaft nicht verneint hatten und angaben, daß sie computergestützte Techniken in der "Maschinensteuerung" und/oder in der "Konstruktion" nutzen. Mit 274 dieser ca. 320 Betriebe konnten vertiefende Interviews bzw. Fallstudien durchgeführt werden. Die Auswahl dieser interviewten Betriebe fand ausschließlich unter dem Kriterium der "Machbarkeit" (Bereitschaft der Betriebe zu einem Interview, Möglichkeit zur Vereinbarung eines in etwa "passenden" Interviewtermins) statt. Der Fragebogen wurde im Verlauf der ersten 30 Pilotinterviews bzw. Fallstudien schrittweise geschlossen, enthält aber immer noch eine ganze Reihe von "offenen" Fragen.⁵ Neben den möglichen direkten und indirekten Wirkungen des Einsatzes computergestützter Techniken wurden dabei auch die allgemeinen Entwicklungsbedin-

4 Die Branchen Holzbe- und -verarbeitung wurden zusammengefaßt, da sich die Produktionsbedingungen in diesen beiden Branchen kaum voneinander unterscheiden und die Zuordnung zu einer dieser beiden Branchen im Rahmen der amtlichen Statistik wohl nicht selten von Zufälligkeiten geprägt ist.

5 Durch Nacherhebungen - teils telefonisch, teils "vor Ort" - wurde versucht, Modifikationen von Fragestellungen bzw. neu in den Fragebogen aufgenommenen Fragen auch für die ersten 30 Pilotinterviews/Fallstudien Rechnung zu tragen, so daß die entsprechenden Informationen in vergleichbarer Form annähernd lückenlos für sämtliche interviewten Betriebe vorliegen.

gungen erfragt (der Interviewfragebogen ist im Anhang I wiedergegeben). Durch die Erfassung verschiedener potentieller Determinanten der Betriebsentwicklung sollte insbesondere vermieden werden, daß ein zu großer Teil der Arbeitsplatzdynamik im Betrieb dem Einfluß der Technik zugerechnet wird und die Technikwirkung somit überschätzt wird. Zudem war zu vermuten - und bereits die ersten von uns durchgeführten Fallstudien bestätigten diese Vermutung -, daß die Wirkungen der computergestützten Technik in engem Zusammenhang mit den jeweiligen Einsatzbedingungen stehen, welche wiederum entscheidend durch Charakteristika des Umfeldes geprägt sind. Die Interviews nahmen in der Regel mindestens drei Stunden in Anspruch; bei einigen Großbetrieben mit intensiver Technikanwendung dauerte die Erhebung zwei bis drei Tage. Häufig (vor allem in Großbetrieben) wurden die Interviews mit mehreren Gesprächspartnern in den Betrieben durchgeführt: Zur allgemeinen Situation des Betriebs (Entwicklungsgeschichte, Produktprogramm und Marktsituation, Gewinnentwicklung, rechtlich/organisatorische Verflechtung, Beschäftigtenstruktur, Produktinnovationen) wurde meist die kaufmännische Leitung (z.B. Geschäftsführer bzw. Vorstand, kaufmännischer Bereich) befragt; Auskunft über Technikeinsatz und Technikwirkungen erhielten wir in der Regel von der Technischen Leitung bzw. direkt "vor Ort" (z.B. Arbeitsvorbereitung, Meister, Maschinenbediener).

2.2.2 Branchen-, Größen-, Alters- und Standortstruktur der interviewten Betriebe

Wie Tabelle A-7 zeigt, lag der Schwerpunkt der 274 Fallstudien/Betriebsinterviews in der Maschinenbau- (46,7% der Fälle) und der Elektroindustrie (34,3% der Fälle). 11,7% aller Fälle waren Betriebe der Holzbe- und -verarbeitung und 7,3% der interviewten Betriebe gehörten der Textilindustrie an.

Das Sample der interviewten Betriebe enthält im Vergleich zu den postalisch befragten Betrieben (vgl. hierzu Tabelle A-1) einen höheren Anteil an Großbetrieben, was dadurch bedingt ist, daß nur Anwender computergestützter Techniken interviewt wurden, und solche Anwendungen vor allem bei den Großbetrieben verbreitet sind. Immerhin haben gut 30% (72,6%) der interviewten Betriebe weniger als 50 (200) Beschäftigte, so daß auch der Bereich der kleinen und mittleren Betriebe, welcher bei anderen Studien zu Wirkungen computergestützter Techniken häufig weitgehend ausgeblendet bleibt, hier vergleichsweise gut repräsentiert ist (vgl. Tabelle A-8). Ca. 7% der interviewten Betriebe waren jünger als fünf (zehn) Jahre; 61% (24%) älter als 20 (50) Jahre. Die Verteilung der interviewten Betriebe auf in Tabelle A-9 wiedergegebene Typen von Raumordnungs-Regionen entspricht in etwa der Verteilung der postalisch befragten Betriebe (vgl. hierzu Tabelle A-4). Gegenüber dem Sample der postalisch befragten Betriebe sind die Regionen "mit großen Verdichtungsräumen"

etwas stärker, die Regionen "mit Verdichtungsansätzen" hingegen etwas schwächer repräsentiert. Gut die Hälfte, nämlich 51,8% der interviewten Betriebe, hat einen Standort in Regionen mit relativ positiver Arbeitsplatzentwicklung im Industriesektor.

Teil B: Analyse von Diffusion, Adoption und Wirkungen computergestützter Techniken auf der Grundlage der Daten der postalischen Erhebung

Im folgenden wird zunächst auf der Grundlage der im Rahmen der postalischen Befragung erhobenen Informationen ein Überblick über den gegenwärtigen Stand und den bisherigen Verlauf der Diffusion computergestützter Techniken gegeben (Abschnitt 1). Daran anschließend behandelt Abschnitt 2 den Stand der Diffusionsforschung (Punkt 2.2 und 2.3) und geht dann den Möglichkeiten und Problemen von Analysen der Determinanten des Adoptionsverhaltens durch einen Vergleich von Anwendern und Nichtanwendern neuer Techniken nach (Punkt 2.4 bis 2.6). Die empirischen Ergebnisse mahnen zu großer Vorsicht bei der Interpretation derartiger Gegenüberstellungen und legen nahe, sowohl die Gründe für die Übernahme neuer Techniken als auch die Wirkungen des Technikeinsatzes bei den Anwendern zu untersuchen. Dies ist dann Gegenstand von Teil C der vorliegenden Arbeit.

1. Die Diffusion der computergestützten Techniken im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland

1.1 Zur Erhebung der Nutzung computergestützter Techniken im Rahmen der postalischen Befragung

Die EDV-Nutzung wurde im Rahmen der postalischen Erhebung erfaßt mit der Frage "Setzen Sie in einem der folgenden Bereiche elektronische Datenverarbeitung ein?"; die Frage enthielt die Antwortkategorien "kaufmännischer Bereich", "Maschinensteuerung (z.B. CNC)", "Fertigungssteuerung" sowie "Konstruktion (CAD)". Sofern die Betriebe diese Frage mit "ja" beantworteten, wurde auch nach dem Jahr der Einführung in dem jeweiligen Funktionsbereich gefragt. Die Frage "Nutzen Sie in Ihrem Betrieb einen der nachfolgend genannten Telekommunikationsdienste" stellte auf die Übernahme neuer Telekommunikationstechniken (NTK) durch die Betriebe ab; als neue Telekommunikationsdienste wurden hier "Telefax", "Teletex", "Datex" sowie "Bildschirmtext" vorgegeben. Da sich diese Techniken erst im Frühstadium ihres Diffusionsverlaufs befinden, wurde hier auf die Erhebung des Jahres der Einführung verzichtet (vgl. hierzu den in Anhang I wiedergegebenen Fragebogen der postalischen Erhebung).

Angesichts dieser Fragestellung ist offenkundig, daß sich aus den Antworten auf diese Fragen nur ein relativ grobes Bild der Nutzungen computergestützter Techniken zeichnen läßt. Insbesondere sind auf dieser Grundlage kaum Aussagen über die genaue Art bzw. die Intensität der Anwendung in einem bestimmten Funktionsbereich möglich. Da die Befragung postalisch durchgeführt wurde, sich zudem über sämtliche Branchen des Verarbeitenden Gewerbes erstreckte und die Erhebung von Nutzungen der computergestützten Techniken dabei lediglich ein Teilziel darstellte, war eine detailliertere Erfassung hier kaum sinnvoll möglich. Man kann aber u.U. die Anzahl der Anwendungsbereiche von EDV bzw. die Anzahl der eingesetzten neuen Telekommunikationstechniken als zumindest groben Indikator für die Intensität der Nutzung computergestützter Technik in dem jeweiligen Betrieb ansehen.

Daß die Erhebung der Nutzung von computergestützten Techniken im Rahmen der postalischen Befragung von eher untergeordneter Bedeutung war, stellt insofern einen Vorteil dar, als der Datensatz weitgehend frei von einem "Innovatoren"-Bias sein dürfte; d.h. es gibt keine Hinweise auf eine Überrepräsentation solcher Betriebe, welche die genannten Technologien nutzen. Nähme die Erfassung von EDV-Nutzungen im Rahmen der Befragung einen breiteren Raum ein, so wäre zu vermuten, daß relativ viele Nichtanwender den Fragebogen deshalb unbeantwortet lassen, weil sie die Erhebung als für ihren Betrieb irrelevant einstufen.

Die Zuverlässigkeit bzw. Aussagefähigkeit der Angaben der Betriebe wurde in verschiedenen Pre-Tests sowie im Rahmen der vertiefenden Interviews überprüft. Dabei zeigte sich, daß die Antworten zu der Kategorie "kaufmännischer Bereich" auch die Nutzung von reinen Textverarbeitungssystemen umfassen können, so daß die entsprechenden Nennungen im Zweifel relativ weit zu interpretieren sind. Die Antwortkategorie "Fertigungssteuerung" soll sämtliche EDV-gestützten Aktivitäten erfassen, die mit der Fertigungsorganisation im Zusammenhang stehen.¹ Dabei ist als einfachster Fall der Fertigungssteuerung eine Art Stückliste anzusehen, welche für jeden Fertigungsauftrag ein Verzeichnis der benötigten Teile enthält und somit von vornherein relativ eng mit dem Bereich "Bestell- und Lagerwesen" verknüpft ist. Meist (jedenfalls in größeren Betrieben) umfaßt die Fertigungssteuerung auch bereits die Zuordnung des Auftrags zu den verschiedenen Fertigungspositionen bzw. Fertigungsstufen, häufiger auch schon mit entsprechenden zeitlichen Vorgaben. Im Fall einer weitgehend automatisierten Fertigung ist die Fertigungssteuerung dann relativ eng mit dem Bereich der "Maschinensteuerung" verzahnt. Die EDV-Anwendungen im Bereich "Maschinensteuerung" umfassen in der Regel CNC-Maschinen sowie weitergehend elektronisch

¹ Hierunter fallen etwa Tätigkeiten wie "Produktions- und Fertigungsprogramm ermitteln", "Materialbedarfsermittlung", "Beschaffungsrechnung", "Terminierung des Fertigungsdurchlaufs", "Kapazitätsabstimmung" sowie "Fertigungsüberwachung".

gesteuerte Anlagen (z.B. Schweißautomaten, DNC-Anlagen, sogenannte "Roboter"). Reine NC-Maschinen werden von den Betrieben in der Regel nicht als EDV-gestützte "Maschinensteuerung" aufgefaßt bzw. angegeben. Bei EDV-Anwendungen "in der Konstruktion" handelt es sich in der Regel um CAD-Anlagen; nur ganz vereinzelt wurde hier eine Nutzung auch dann angegeben, wenn die Betriebe die EDV lediglich für die Durchführung von technischen Berechnungen und nicht für den Vorgang des Konstruierens selbst einsetzen.

1.2 Die Verbreitung von Anwendungen computergestützter Techniken im Sample

1.2.1 Gegenwärtiger Stand

In Tabelle B-1 ist die aktuelle Verbreitung der Nutzungen von EDV (differenziert nach den vier erhobenen Anwendungsbereichen) und NTK für das Sample insgesamt sowie für die verschiedenen Branchen (SYPRO-Zweisteller) zusammengestellt. Insgesamt geben 80% aller Betriebe an, daß sie die EDV in mindestens einem der vier erfragten Bereiche nutzen. Mit Abstand am weitesten verbreitet sind EDV-Nutzungen im "kaufmännischen" Bereich; EDV-Anwendungen in der "Fertigungssteuerung" sowie in der "Maschinensteuerung" sind demgegenüber in deutlich geringerem Maße diffundiert, und die EDV-Nutzungen im Bereich der Konstruktion weisen mit 10,1% für das Sample insgesamt den mit Abstand niedrigsten Wert auf. Knapp 33% aller befragten Betriebe nutzen bereits eine der vier erfragten NTK. Am weitesten verbreitet sind Telefax (Adoptionsrate für das Sample insgesamt 18,0%) und Teletex (18,2%); Datex und Btx weisen mit Adoptionsraten von 5,4% bzw. 6,1% noch einen relativ niedrigen Diffusionsgrad auf.

Insbesondere hinsichtlich der EDV-Nutzungen im Bereich "Konstruktion" ist eine relativ starke Streuung der Adoptionsraten zwischen den verschiedenen Branchen feststellbar (vgl. Tabelle B-1), was als Hinweis darauf interpretiert werden kann, daß der Anteil derjenigen Betriebe, die EDV in der "Konstruktion" sinnvoll nutzen können und somit als potentielle Adoptoren anzusehen sind, branchenmäßig relativ stark differiert. Auffällig sind die relativ hohen Adoptionsraten für EDV-Nutzungen in den Branchen "Maschinenbau", "Straßen- und Fahrzeugbau", "Schiffbau", "Luft- und Raumfahrzeugbau", "Elektrotechnik", "Feinmechanik" sowie "Büromaschinen/Datenverarbeitung". Daß Branchen wie etwa "Mineralölindustrie", "Feinkeramik", "Holzbe- und -verarbeitung" sowie die "Nahrungs- und Genußmittelindustrie" verhältnismäßig niedrige Adoptionsraten aufweisen, könnte auf die relativ geringe Notwendigkeit bzw. Verbreitung von Konstruktionsaktivitäten in diesen Branchen zurückzuführen sein; entspre-

chend dürfte auch der Anteil der potentiellen Adoptoren hier wahrscheinlich relativ gering sein.

Während die Unterschiede der Adoptionsraten zwischen den Branchen für EDV-Anwendungen im Bereich "Konstruktion" relativ groß sind, zeigt sich für die Anwendungen im "kaufmännischen Bereich" eine verhältnismäßig geringe Varianz, was sicherlich damit zusammenhängt, daß hier vermutlich sämtliche Betriebe (in allen Branchen) als potentielle Adoptoren anzusehen sind. Ebenso dürfte die EDV im Bereich der Fertigungssteuerung im Prinzip für sämtliche Betriebe sinnvoll anwendbar sein. Die sinnvolle Nutzung computergestützter Maschinensteuerung ist u.a. an bestimmte Voraussetzungen hinsichtlich Losgröße je Fertigungsauftrag, Wiederholhäufigkeit von Fertigungsaufträgen, Maßtoleranzen und Komplexität der produzierten Teile gebunden und für reine Fließ- oder Einzelfertigung derzeit häufig noch nicht profitabel (vgl. hierzu insbesondere auch die Ausführungen in Teil C dieser Arbeit). Zumindest in einigen Branchen (so z.B. in der Bekleidungsindustrie) bzw. für bestimmte Fertigungsarten sind die Anwendungsmöglichkeiten von EDV in der Maschinensteuerung auch noch durch die rein technischen Gegebenheiten der derzeit verfügbaren Anlagen beschränkt.²

Die Streuung der Adoptionsraten zwischen den Branchen dürfte z.T. auf entsprechende Unterschiede in der Größenstruktur der Betriebe innerhalb dieser Branchen zurückzuführen sein. Differenziert man die Adoptionsraten für EDV nach Beschäftigtengrößenklassen der Betriebe (vgl. Tabelle B-2), so zeigt sich das bereits in diversen anderen Adoptions-Studien (zu einem Überblick vgl. etwa Kleine 1983 und Maas 1989) festgestellte Muster: Die Adoptionsraten weisen einen mit der Größe (Beschäftigtenzahl) deutlich ansteigenden Verlauf auf. Offenbar handelt es sich bei den Frühadoptoren neuer Techniken vor allem um große Wirtschaftseinheiten, während kleine Betriebe bzw. Unternehmen diese Techniken häufig erst in den späten Phasen des Diffusionsverlaufs übernehmen. Besonders stark ausgeprägt sind die größenmäßigen Unterschiede - wie Tabelle B-2 zeigt - für die EDV-Anwendungen in den Bereichen "Fertigungssteuerung" sowie "Konstruktion". Insbesondere bei den Betrieben mit weniger als 100 Beschäftigten ist der Anteil der Betriebe ohne jegliche EDV-Anwendung noch relativ hoch. Dieser deutliche Zusammenhang zwischen Adoptionswahrscheinlichkeit und der Betriebsgröße dürfte zu einem wesentlichen Teil mit den besseren Möglichkeiten der Großbetriebe zur Auslastung computergestützter Anlagen und somit über eine höhere "objektive" Profitabilität der Nutzung (infolge einer besseren Ausschöpfung der Fixkosten-Degression) zu erklären sein (ausführlicher hierzu unter Punkt 2. sowie in Teil C dieser Arbeit).

² So werden etwa computergestützte Fertigungsanlagen derzeit einer ausgeprägten "Biegeschlaffheit" des zu verarbeitenden Materials (z.B. bei Stoffen wie etwa in der Bekleidungsindustrie) noch nicht gerecht.

In Tabelle B-3 sind Kombinationen von EDV-Anwendungsbereichen zusammengestellt. Dabei ergeben sich deutliche (erste) Hinweise auf eine gewisse "Affinität" zwischen EDV-Anwendungen in den verschiedenen Bereichen. So ist etwa auffällig, daß 94,7% aller Betriebe mit EDV im Bereich "Fertigungssteuerung" die EDV auch im "kaufmännischen Bereich" einsetzen, wohingegen die EDV-Adoptionsrate im "kaufmännischen Bereich" für das Sample insgesamt nur 80,0% beträgt. Entsprechendes ist für die EDV-Nutzungen in den Bereichen "Maschinensteuerung" und "Konstruktion" feststellbar. Auch die EDV-Adoptionsrate (bzw. die Adoptionswahrscheinlichkeit) im Bereich "Maschinensteuerung" liegt für Betriebe mit EDV im Bereich der "Fertigungssteuerung" deutlich höher als für das Sample insgesamt (und umgekehrt). Eine relativ hohe Affinität zeigt sich auch zwischen EDV-Nutzung und der Adoption neuer Telekommunikationstechniken (Telefax, Teletex, Datex, Bildschirmtext): Die EDV-Adoptionsrate der Nutzer neuer Telekommunikationstechniken liegt bei nahezu 100% und damit deutlich über der Adoptionsrate für das Sample insgesamt.

Diese Affinität zwischen den EDV-Anwendungen in den verschiedenen Bereichen könnte zum einen dadurch bedingt sein, daß die Adoptionsrate sämtlicher hier erfaßten Nutzungen computergestützter Techniken mit der Betriebsgröße korreliert ist und somit auch die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Betrieb computergestützte Technik in mehreren Bereichen anwendet, mit seiner Größe ansteigt. Darüber hinaus könnte die zu beobachtende Affinität darauf zurückgeführt werden, daß der EDV-Einsatz ein gewisses Meta-Wissen bei der Steuerung und Organisation von Arbeitsabläufen (z.B. Zwang zur Digitalisierung und zur softwaremäßigen Abarbeitung von Problemstellungen) erfordert, und daß die Betriebe bzw. Unternehmen, einmal im Besitz dieses Meta-Wissens (gleich über welchen Einstieg) dazu tendieren, es umgehend in weiteren potentiellen Einsatzbereichen umzusetzen. Aus diesem Grunde wäre zu erwarten, daß vor allem solche Betriebe eine bestimmte computergestützte Technik relativ früh übernehmen bzw. relativ intensiv anwenden, welche bereits andere Techniken aus dieser Technik-"Familie" nutzen. Sofern eine informationstechnische Vernetzung der in einem Betrieb vorhandenen Anlagen besteht, könnte die Affinität der Nutzungen schließlich auch darauf beruhen, daß die Grenzproduktivität einer zusätzlichen (vernetzten) Anlage (und damit die objektive Profitabilität der Adoption eines neuen Typs aus der "Familie" der computergestützten Techniken) mit dem Umfang der bereits vorhandenen Anlagen ansteigt, wobei insbesondere auch die Rentabilität der bereits vorhandenen Anlagen zunimmt.

1.2.2 Zum zeitlichen Diffusionsverlauf

Abbildung B-1 zeigt die bisherigen zeitlichen Diffusionsverläufe für die EDV-Anwendungen insgesamt sowie in den vier erhobenen Funktionsbereichen. Dabei fällt einmal die Häufung der Nennungen des Adoptions-Zeitpunktes jeweils bei markanten Jahreszahlen (z.B. 1970, 1975, 1980) auf, was wohl vor allem darauf zurückzuführen ist, daß das Jahr der Einführung retrospektiv erfragt wurde und die Betriebe hier zur Angabe relativ "runder" Jahreszahlen neigen. Auf diese Weise könnte auch erklärt werden, wieso die Angaben für die Jahre vor und nach solchen "Eck"-Jahreswerten relativ niedrig sind. Bei den Angaben für das Jahr 1986 ist zu berücksichtigen, daß die Befragung während dieses Jahres (zum überwiegenden Teil in der ersten Jahreshälfte) stattfand und daher nur ein Teil des Jahreszeitraums berücksichtigt ist. Die Adoptionsraten für die einzelnen Jahre werden insgesamt insofern unterschätzt, als die Angaben retrospektiv erhoben wurden und Adoptoren, die zum Zeitpunkt der Befragung nicht mehr existierten, in den Daten nicht enthalten sind. Dieser "Survivor-Bias" dürfte um so größer sein, je weiter das betreffende Jahr zurückliegt.

Aus Abbildung B-1 wird deutlich, daß die ersten EDV-Anwendungen im "kaufmännischen Bereich" stattfanden, wobei eine Reihe von Betrieben die frühen fünfziger Jahre als Zeitpunkt der ersten Anwendung nennen. Den in zeitlicher Hinsicht nachfolgenden zweiten Einsatzbereich computergestützter Techniken stellt die "Fertigungssteuerung" dar, wo die ersten Anwendungen für die frühen sechziger Jahre zu verzeichnen sind. Mitte der sechziger Jahre begann dann die Diffusion der EDV im Bereich der "Maschinensteuerung"; EDV-Anwendungen im Bereich der "Konstruktion" werden in wesentlichem Umfang erst ab Ende der siebziger Jahre angegeben.

Allgemein geht man davon aus, daß sich der Diffusionsverlauf einer neuen Technik mittels einer logistischen Funktion der Form

$$N(t) = n * \frac{1}{1 + e^{a - bt}}$$

darstellen läßt. Dabei bedeuten:

- N(t) = Adoptionsrate der Verfahrensinnovation zum Zeitpunkt t,
- n = Adoptionsrate im Sättigungszustand,
- a = Konstante,
- b = Parameter der Diffusionsgeschwindigkeit und
- t = Zeit.

Eine solche idealtypische Kurve sowie eine Klassifikation nach Diffusionsphasen und Adoptorkategorien ist in Abbildung B-2 wiedergegeben. Tatsächlich läßt sich ein entsprechender zeitlicher Verlauf der EDV-Diffusion in Abbildung B-1 recht deutlich erkennen. Demnach befindet sich die Diffusion von ersten Anwendungen der EDV im "kaufmännischen Bereich" bereits relativ nahe an der Sättigungsphase.

Eine Zuordnung des aktuellen Diffusionsstadiums von EDV-Anwendungen in den anderen drei erfaßten Bereichen zu diesen Phasen des idealtypischen Diffusionsverlaufs ist insofern problematisch, als der Anteil der potentiellen Adoptoren an den erfaßten Betrieben unbekannt ist. Lediglich für die EDV-Anwendungen in der "Fertigungssteuerung" läßt sich (ebenso wie für Anwendungen im "kaufmännischen Bereich") vermuten, daß der Anteil der potentiellen Adoptoren an den befragten Betrieben hier nahe bei 100% liegt. Ein zusätzliches Problem bei der Identifikation des aktuellen Stadiums des Diffusionsverlaufs ergibt sich auch nicht zuletzt daraus, daß sich die Eigenschaften der Technologie selbst im Zeitablauf verändern und der Kreis der potentiellen Adoptoren entsprechenden Änderungen unterworfen ist. So dürfte beispielsweise die Verfügbarkeit von relativ preiswerten Klein-Computern (Personalcomputer) seit Ende der 70er Jahre die EDV-Anwendung in vielen Kleinbetrieben erst rentabel gemacht haben. Auch bei Berücksichtigung dieser Einschränkungen läßt sich allein aufgrund des jeweiligen Kurvenverlaufs (vgl. Abbildung B-1) vermuten, daß sich der Diffusionsprozeß für EDV-Anwendungen im Bereich "Konstruktion" in der Expansionsphase befindet. Dies könnte auch (noch) für die EDV-Anwendungen in den Bereichen "Maschinensteuerung" und "Fertigungssteuerung" gelten, wobei hier allerdings die Diffusion doch schon weiter fortgeschritten zu sein scheint als für EDV-Anwendungen in der Konstruktion.

Die Zusammenstellung der Kombinationen von EDV-Anwendungsbereichen in Tabelle B-3 sowie die in Abbildung B-1 dargestellten Kurven des zeitlichen Diffusionsverlaufs legen bereits die Vermutung nahe, daß der *Einstieg* in die EDV-Nutzung durch die Betriebe in der ganz überwiegenden Mehrzahl der Fälle im "kaufmännischen Bereich" erfolgt. Die Übersicht zu den Bereichen der ersten EDV-Anwendung in Tabelle B-4 bestätigt diese Vermutung: In 91,3% aller Fälle erfolgte der Einstieg in die EDV-Anwendung im "kaufmännischen Bereich"; nur 10,0% aller Betriebe nennen die "Fertigungssteuerung", 7,5% die "Maschinensteuerung" und lediglich 1,8% die "Konstruktion" als ersten Anwendungsbereich, wobei der EDV-Einstieg über die beiden letztgenannten Bereiche relativ häufig mit der EDV-Adoption in anderen Bereichen einherging. Die aus Tabelle B-4 ersichtliche Bedeutung der Nutzung im "kaufmännischen Bereich" für den EDV-Einstieg ist kaum auf den relativ frühen Beginn des zeitlichen Diffusionsverlaufs von EDV-Anwendungen zurückzuführen. Betrachtet man nur solche Betriebe, die zwischen Anfang 1985 und dem Zeitpunkt der Befragung (Sommer/Herbst 1986) erstmalig computergestützte Technik angewendet haben,

so bestätigt sich das aus Tabelle B-4 zu ersiehende Bild: Auch in jüngster Zeit erfolgte der EDV-Einstieg in 91,9% aller Fälle im "kaufmännischen Bereich". Die große Bedeutung der Nutzung computergestützter Technik im "kaufmännischen Bereich" zeigt sich auch nicht zuletzt darin, daß lediglich 5,2% aller Betriebe die computergestützte Technik in der "Maschinensteuerung" und/oder "Fertigungssteuerung" und/oder "Konstruktion" anwenden, ohne auch eine Nutzung im "kaufmännischen Bereich" anzugeben.

2. Unterschiede zwischen Adoptoren und Nichtadoptoren computergestützter Technik

2.1 Vorbemerkungen zur Vorgehensweise

Wenn im folgenden Unterschiede zwischen Adoptoren und Nichtadoptoren computergestützter Technik analysiert werden, so geht es dabei um zwei Fragestellungen, die - wie sich zeigen wird - im Rahmen empirischer Analysen nur schwer genau voneinander zu trennen sind. Zum einen handelt es sich dabei um die Determinanten für die Übernahme der Technik, zum anderen um Wirkungen der Techniknutzung. Zunächst gibt Punkt 2.2 einen knappen Überblick über den Stand der Diffusionsforschung und einige in diesem Zusammenhang wesentliche Hypothesen. Darauf aufbauend präsentieren wir dann unter Punkt 2.3 eine organisationstheoretische Fundierung von Ansätzen zur Erklärung der Diffusion neuer Techniken. In Abschnitt 2.4 gehen wir auf zwei methodische Probleme bei empirischen Untersuchungen der Determinanten des Adoptionsverhaltens ein, nämlich auf die Folgen unterschiedlich weiter Abgrenzungen des Kreises der potentiellen Adoptoren für die Ergebnisse (2.4.1) und auf die Folgen der Fristen(in)kongruenz: Inwiefern werden die Ergebnisse dadurch beeinflußt, daß sich die Informationen für die Adoptoren einer Technik nicht auf den Zeitpunkt der Übernahme (oder einen Zeitpunkt vor der Übernahme), sondern auf die Zeit nach erfolgter Adoption beziehen und man dann im Zweifel die Determinanten der Übernahme nicht mehr zuverlässig von den Wirkungen trennen kann, welche von der Technikanwendung bereits ausgehen. Wir stellen dabei die Vermutung auf, daß sich die in entsprechenden empirischen Untersuchungen feststellbaren Unterschiedlichkeiten bzw. Widersprüche zu einem ganz erheblichen Teil auf entsprechende Unterschiede hinsichtlich der Abgrenzung des Kreises der potentiellen Adoptoren bzw. der Fristen(in)kongruenz zurückführen lassen. Abschnitt 2.5 enthält Ergebnisse univariater Analysen zu Unterschieden zwischen Adoptoren und Nichtadoptoren und unter Punkt 2.6 wird diesen Unterschieden dann mittels multivariater Verfahren (insbesondere Diskriminanzanalysen) nachgegangen.

2.2 Zum Stand der Diffusionsforschung

In Anlehnung an Stoneman (1983, S. 93-109) lassen sich zwei Grundrichtungen bei der Erklärung der Diffusion bzw. Adoption neuer Technologien unterscheiden: Der "epidemische" Ansatz und der "Probit"-Ansatz; letzterer verstanden als konzeptioneller Rahmen für eine Vielzahl von Hypothesen über Faktoren auf der Ebene unternehmerischen Verhaltens, welche die Verbreitung neuer Techniken auf die eine oder andere Weise beeinflussen. Den spieltheoretischen Ansatz (vgl. hierzu Stoneman 1983, S. 108 f.), der auf strategische Komponenten der Adoptionsentscheidung abzielt und die Bedeutung der Marktstruktur betont, behandeln wir nicht gesondert, da er sich ohne besondere Schwierigkeiten dem "Probit"-Ansatz zuordnen läßt.

2.2.1 Das "epidemische" Modell

In den sogenannten "epidemischen" Modellen der Diffusion wird die Sättigungsrate der Technikadoption als exogen vorgegeben (determiniert durch Eigenschaften der Technik bzw. der potentiellen Technikanwender) angesehen. Diese Annahme einer exogen vorgegebenen maximalen "Ansteckungsrate" ist bei der Beschreibung des Verlaufs von Epidemien durchaus plausibel. Für eine Ansteckung in Frage kommt der jeweils nicht-immune (etwa weil nicht geimpfte) Teil der Bevölkerung. Die Krankheit selber wird im allgemeinen durch direkten Kontakt weitergegeben. Sind die Ansteckungswahrscheinlichkeiten und die kontaktrelevanten Verhaltensweisen für alle nichtimmunen Individuen gleich, so würde die Ansteckungsrate im Zeitablauf wegen der Zunahme der Zahl der Angesteckten mit wachsenden Raten ansteigen. Erst wenn individuelle Unterschiede in den Ansteckungswahrscheinlichkeiten und/oder kontaktrelevanten Verhaltensweisen eine Rolle spielen, entsteht der schon erwähnte S-förmige Diffusionsverlauf.

Die Übertragung dieses epidemischen Grundmodells auf den Prozeß der Diffusion einer Technik in Betrieben bzw. Unternehmen ist nicht unproblematisch, wie sich an dem bekannten Diffusionsmodell von E. Mansfield (1968) zeigen läßt. Wie bei dem epidemischen Grundmodell ist die Sättigungsrate dem Diffusionsverlauf als konstant vorgegeben und deshalb zeitlich invariant. Ebenfalls zeitlich invariant sind die beiden nach Mansfield wesentlichen Determinanten der Diffusionsgeschwindigkeit, nämlich die Profitabilität der Übernahme der Technik durch den jeweiligen Adoptor und das zur Übernahme erforderliche Investitionsvolumen (bzw. die Größe der übernehmenden Wirtschaftseinheit). Der übliche S-förmige Diffusionsverlauf wird in diesem Modell dadurch generiert, daß das mit der Einschätzung der Profitabilität verbundene Risiko als im Zeitablauf variabel, und zwar sinkend angenommen wird: Mit wachsender

Verbreitung lernen die Akteure die neue Technik und das mit ihr verbundene, im Zeitablauf als konstant angenommene Gewinnsteigerungspotential besser einzuschätzen; das entsprechende Wissen verbreitet sich epidemisch. Ohne die im Zeitablauf abnehmende Unsicherheit bei der Beurteilung der Profitabilität würden alle potentiellen Adoptoren zum gleichen Zeitpunkt auf die neue Technik umsteigen.

Die *Kritik* an diesem Ansatz ist vielfältig, wobei man nicht aus den Augen verlieren sollte, daß es sich um einen der ersten Versuche handelte, eine ökonomische Theorie der Diffusion technischer Neuerungen zu formulieren. Gerade weil Mansfield's Arbeiten dieses Forschungsgebiet so nachhaltig beeinflußt haben, kann an seinem Namen eine Kritik festgemacht werden, die viele andere Arbeiten in diesem Gebiet in gleicher Weise betrifft (vgl. die Übersicht bei Maas 1989). Wir wollen uns hier nur auf zwei zentrale Kritikpunkte, nämlich die in der Regel relativ deutlichen Änderungen sowohl der Sättigungsrate als auch der Übernahmeprofitalität im Zeitablauf sowie auf die Möglichkeit von Lernprozessen beschränken.

Unplausibel ist zunächst die zeitliche Invarianz der Sättigungsrate sowie der vom Einsatz einer neuen Technik zu erwartenden Profitabilität. Plausibel ist vielmehr, daß die Sättigungsrate infolge von Veränderungen der Übernahmeprofitalität im Zeitablauf variabel ist, und zwar sowohl aufgrund von Preisveränderungen des die neue Technik inkorporierenden Investitionsgutes als auch aufgrund von technikinduziertem Strukturwandel. Nehmen wir als Beispiel den Einsatz von CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen, dessen Profitabilität neben dem Preis der Maschinen und den Lohnkosten insbesondere auch von der Art (vor allem der Komplexität) und Menge (Losgröße je Fertigungsauftrag, Wiederholhäufigkeit der Lose) der zu fertigenden Teile, und damit vor allem vom Produktprogramm des potentiellen Übernehmers abhängt. Nun ist das Produktprogramm von Anwendern computergestützter Werkzeugmaschinen im Zeitablauf keineswegs invariant; im Gegenteil muß vielmehr davon ausgegangen werden, daß gerade das Vordringen von CNC-Anlagen erheblichen Einfluß auf das Produktprogramm auch der (Noch-)Nicht-Anwender haben wird. Denn die höhere Präzision der Bearbeitung sowie die höhere Komplexität der Werkstücke, welche der Einsatz CNC-gesteuerter Werkzeugmaschinen erlaubt, wird bei den Anwendern eine Veränderung ihres Produktprogramms induzieren, welche über den Markt auch die Nicht-Anwender zu Anpassungen zwingt, in deren Verlauf die neue Technik dann für solche Betriebe profitabel wird, welche beim ersten Auftreten der Technik kaum zu den potentiellen Adoptoren gerechnet haben dürften.

Selbst wenn man also von autonomen Veränderungen des Lohn/Zinsverhältnisses absieht, welche im Zeitverlauf den Technikeinsatz profitabler machen können, werden eine Reihe von für den Diffusionsverlauf wesentlichen Zusammenhängen aus Mansfield's Modell ausgeblendet. Es reduziert sich auf die fast tautologische Aussage, daß zu einem bestimmten Zeitpunkt jene Wirtschaftseinheiten die Technik übernom-