ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Vieweg, Hans-Günther et al.

Research Report

Der Maschinenbau im Zeitalter der Globalisierung und "New Economy"

ifo Beiträge zur Wirtschaftsforschung, No. 9

Provided in Cooperation with:
Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Vieweg, Hans-Günther et al. (2002) : Der Maschinenbau im Zeitalter der Globalisierung und "New Economy", ifo Beiträge zur Wirtschaftsforschung, No. 9, ISBN 3-88512-413-0, ifo Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/167339

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

ifo Beiträge
9 zur Wirtschaftsforschung

Der Maschinenbau im Zeitalter der Globalisierung und „New Economy"

von

Hans-Günther Vieweg
Carsten Dreher
Herbert Hofmann
Steffen Kinkel
Gunter Lay
Ulrich Schmoch

ifo Institut für Wirtschaftsforschung

Herausgegeben von Hans-Werner Sinn
Schriftleitung: Martin Werding

9 ifo Beiträge zur Wirtschaftsforschung

Der Maschinenbau im Zeitalter der Globalisierung und "New Economy"

von

Hans-Günther Vieweg
Carsten Dreher
Herbert Hofmann
Steffen Kinkel
Gunter Lay
Ulrich Schmoch

ifo Institut für Wirtschaftsforschung

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über *http://dnb.ddb.de* abrufbar

ISBN 3-88512-413-0

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlags ist es auch nicht gestattet, dieses
Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
oder auf andere Art zu vervielfältigen.

© by ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München 2002

Druck: ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München

ifo Institut für Wirtschaftsforschung im Internet:
http://www.ifo.de

Vorwort

Die vorliegende Studie basiert auf dem Gutachten *Der mittelständische Maschinenbau am Standort Deutschland - Chancen und Risiken im Zeitalter von Globalisierung und "New Economy",* das vom ifo Institut unter Federführung des Arbeitsbereichs »Strukturwandel und Branchen« für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie erstellt und im November 2001 abgeschlossen wurden. Bearbeitet wurde das Forschungsprojekt in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) in Karlsruhe. Gegenstand der Studie ist die Entwicklung des deutschen Maschinenbaus, mit seinen traditionellen strukturellen Besonderheiten, unter Berücksichtigung seiner Einbindung in die sich vertiefende internationale Arbeitsteilung und die zunehmende Diffusion von Informations- und I. Kommunikationstechnologien innerhalb und außerhalb der Maschinenbau-Branche. In methodischer Hinsicht basieren die Analysen unter anderem auf einer Unternehmensbefragung zum Einsatz moderner IuK-Techniken bei der Produktentwicklung Fertigungssteuerung, die vom ISI regelmäßig durchgeführt wird.

Stichworte: Maschinenbau; Strukturwandel; Globalisierung, Außenhandel, Direktinvestitionen; IuK-Technologie, Innovationen.

JEL-Nr.: J 6; O 33: F 14.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort ..... ***v***

Abbildungsverzeichnis ..... ***xiii***

Tabellenverzeichnis ..... ***xvi***

1 Grundlegende Definitionen, Struktur und Aufbau der Studie ***1***

1.1 Ziel und Aufbau der Untersuchung 1
1.2 Definition des Untersuchungsgegenstandes 4
1.3 Globalisierung – alte und neue Herausforderungen 5
1.4 „New Economy“ – Ein neues Phänomen? 10
1.5 Der Maschinenbau im Zeitalter von Globalisierung und „New Economy“ 19

2 Struktur und Entwicklung des Maschinenbaus in Deutschland ***22***

2.1 Die Position des Maschinenbaus in der deutschen Industrie 23
2.2 Beschäftigung und Qualifikation 29
2.2.1 Strukturen des Beschäftigungswandels 29
2.2.2 Veränderte Anforderungsprofile bei Ingenieuren. 34
2.2.3 Gibt es einen Ingenieurmangel? 35
2.3 Der Maschinenbau im Cluster der Metallverarbeitung 42
2.4 Wandel der Struktur des Maschinenbaus in Deutschland 45
2.4.1 Die Struktur von Unternehmensgruppen wird transparenter 47
2.4.2 Die Eigentumsstrukturen werden effizienter 49
2.5 Die Unternehmensfinanzierung im Maschinenbau 51
2.5.1 Die niedrige Eigenkapitalquote erschwert den Zugang kleiner Unternehmen zum Finanzmarkt 53
2.5.2 Die deutschen Maschinenbauer stehen dem Einsatz von Risikokapital aufgeschlossen gegenüber 56
2.5.3 Die Zuführung von Eigenkapital durch einen Börsengang spielt für dem Maschinenbau noch keine große Rolle 59
2.5.4 Der Wandel im Bankensektor stellt hohe Anforderungen an Maschinenbauunternehmen 63
2.8 Fazit und Ausblick 66

3 Wandel im Leistungsangebot durch Produktinnovation und Dienstleistungen 71

3.1 Maschinenbauprodukte im Technologiewettlauf.....72

3.1.1 Forschung, Entwicklung und Produktneuheiten.....72

3.1.2 Patentanmeldungen im Maschinenbau im internationalen Vergleich.....77

3.1.3 Verbindungen der Maschinebautechnik zu Technologien der New Economy.....83

3.2 Neue Produkte als Herausforderung der traditionellen Innovations-strategie 88

3.2.1 Der Innovationsprozess ist zunehmend interdisziplinär angelegt.....89

3.2.2 Der Maschinenbau als Produzent für die New Economy 91

3.2.3 Produkte aus wissenschaftlichen Basisentwicklungen als Herausforderungen.....96

3.2.4 Fazit zum Innovationsmuster.....98

3.3 Tendenzen beim Dienstleistungsangebot 99

3.3.1 Das Dienstleistungsangebot im Maschinenbau streut breit über die verschiedenen Dienstleistungsarten.....104

3.3.2 Mit seinem Dienstleistungsangebot liegt der Maschinenbau über dem Durchschnitt der Investitionsgüterindustrie 111

3.3.3 Die Dienstleistungsanteile am Umsatz steigen auf vergleichsweise niedrigem Niveau.....120

3.3.4 Steigendes Dienstleistungsangebot hat Auswirkungen auf die Organisation und den Qualifikationsbedarf.....125

3.3.5 Fazit zum Dienstleistungsangebot im Maschinenbau.....129

3.4 Ausblick.....130

4 Leistungserstellung im Maschinenbau angesichts neuer Herausforderungen.....133

4.1 Anforderungscharakteristika der Leistungserstellung in Produkt-entwicklung und Produktion.....133

4.2 Modernisierung in der Produktion durch Technikeinsatz und Organisationskonzepte.....137

4.2.1 Technikeinsatz in Entwicklung und Produktion.....138

4.2.2 Der Einsatz innovativer Organisationskonzepte.....143

4.3 New Economy und Internationalisierung – das Aufgreifen der Herausforderungen im Leistungserstellungsprozess 147

4.3.1 Nutzung von Techniken der überbetrieblichen Vernetzung und des Internets 148

4.3.2 Die Idee des *Virtuellen Unternehmens* und die Realität

des Kooperationsverhaltens im deutschen Maschinenbau.....154
4.3.3 Die Internationalisierung der Wertschöpfung im Maschinenbau.....160
4.4 Fazit und Ausblick.....172

5 Außenwirtschaftliche Position des deutschen Maschinenbaus.....174
5.1 Direktinvestitionen des Maschinenbaus wachsen unterdurchschnittlich.....174
5.2 Deutsche Beteiligungen im Maschinenbau des Auslands wachsen schneller als der inländische Maschinenbau.....182
5.3 Herausragende Bedeutung der Industrieländer als Zielregion der Direktinvestitionen.....186
5.4 Nettodirektinvestitionen zeigen aktuelle Trends auf.....192
5.5 Position Deutschlands auf dem Weltmarkt.....197
5.6 Tendenzen im internationalen Handel.....199
5.6.1 Messkonzepte.....199
5.6.2 Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus 200
5.6.3 Außenhandel mit den Mittel- und Osteuropäischen Ländern.....203
5.7 Fazit und Ausblick.....207

6 Perspektiven für den Maschinenbau und Empfehlungen 209
6.1 Wandel der Rahmenbedingungen.....209
6.1.1 Qualifizierte Arbeitskräfte: Standortvorteile werden schwächer.....210
6.1.2 Metallverarbeitendes Cluster: Aufbruch zu neuen Strukturen.....211
6.1.3 Forschungsinfrastruktur: Quo vadis?.....212
6.1.4 Finanzmärkte: Wandel bringt auch Vorteile.....212
6.2 Maschinenbau in der Ära von Globalisierung und „New Economy“.....214
6.2.1 Leistungserstellung: Schnelle Diffusion neuer Technologien.....214
6.2.2 Internationale Netzwerke: Differenzierter Einsatz von Strategien.....216
6.2.3 Innovationsprozesse: Potenziale durch interdisziplinäre Konzepte.....218
6.3 Wachstumspotentiale durch Globalisierung und „New Economy“.....220
6.3.1 Globalisierung: Industrialisierung bietet hohe Wachstums-potenziale.....220
6.3.2 „New Economy“: Impulse für Ausrüster von IuK-Erzeugnissen.....222
6.4 Marktanforderungen und strategische Optionen für den Maschinenbau.....223
6.4.1 Seriengeschäft: Hohe Priorität für Markterschließungsstrategien.....224
6.4.2 Kundenspezifische Erzeugnisse: Eine Strategie mit Zukunft.....226
6.4.3 Anlagenbau/Systemanbieter: Steigender Bedarf.....227
6.4.4 Schlüsseltechnik: Gefahren durch neue Technologien? 228
6.5 Empfehlungen zur Verbesserung der Zukunftsaussichten.....228
6.5.1 Arbeitskräfteangebot und Arbeitsmarkt.....229

6.5.2 Finanzierung unter neuen Rahmenbedingungen 230
6.5.3 Kooperationsverhalten angesichts von Internationalisierung und Internet 230
6.5.4 Veränderungen und Fragen an die Zukunft des Innovationssystems .. 231

7 Literatur 233

8 Anhang 243

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb.

2.1	Entwicklung ausgewählter Beschäftigtengruppen im Maschinenbau	32
2.2	Ingenieure und Techniker im Maschinenbau	34
2.3	Fachliche Strukturen der Ingenieurqualifikation	35
2.4	Gemeldete offene Personalstellen nach Berufen	37
2.5	Studienanfänger und Hochschul-/Fachhochschulabsolventen	41
2.6	Einbindung des Maschinenbaus in die Industrie Deutschlands	44
2.7	Die Entwicklung der langfristigen Unternehmensfinanzierung	53
2.8	Die Struktur der Passivseite deutscher Industrieunternehmen 1996	54
2.9	Die Verteilung des Beteiligungskapitals nach Branchen	58
2.10	Die Zusammensetzung des NEMAX All Share Index nach Branchen	62
3.1	Umsatzanteil mit neuen Produkten in Betrieben des Maschinenbaus und der restlichen Investitionsgüterindustrie 1995, 1997, 1999	77
3.2	Trends bei EPA-Anmeldungen	78
3.3	EPA-Anmeldungen im Maschinenbau, 1996-99	82
3.4	Trends von weltweiten EPA-Anmeldungen in Maschinenbau und Datenverarbeitung	83
3.5	Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit Sekundärklassifikation in der Messtechnik	86
3.6	Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit Sekundärklassifikation in der Regeltechnik	86
3.7	Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit Klassifikation bei neuen Materialien	87
3.8	Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit der Datenverarbeitung	87
3.9	Breite des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen in Industriefirmen	119
3.10	Avanciertheit des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen in Industriefirmen	120
3.11	Entwicklung des Umsatzanteils produktbegleitender Dienstleistungen in der Industrie	121
3.12	Umsatzanteil produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße	123

3.13	Dienstleistungsanteil am Umsatz im Maschinenbau nach der Breite der angebotenen produktbegleitenden Dienstleistungen	124
3.14	Organisation der produktbegleitenden Dienstleistungen in der Industrie	126
3.15	Organisation produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße	127
3.16	Dienstleistungsanteil am Umsatz im Maschinenbau und Qualifikation der Mitarbeiter	129
4.1	Der Einsatz moderner Rechnerunterstützungssysteme in Maschinenbaubetrieben	138
4.2	Ausbauplanungen und Hinderungsgründe beim Einsatz neuer Rechnerunterstützungssysteme bei Maschinenbaubetrieben	140
4.3	Einsatz ausgenutzter avancierter Fertigungstechnik im Maschinenbau	141
4.4	Der Einsatz innovativer Organisationskonzepte im Maschinenbau und in der Investitionsgüterindustrie	144
4.5	Diffusion von Informationstechniken zur externen Vernetzung im Maschinenbau	150
4.6	Einsatzplanung und Hinderungsgründe beim Einsatz von Informationstechniken zur externen Vernetzung im Maschinenbau	153
4.7	Bedeutung des „Virtuellen Unternehmens“ im Maschinenbau	155
4.8	Regionale Ausrichtung der Kooperationstätigkeit nach Kooperationsfeldern im Maschinenbau	159
4.9	Durchschnittliche Herkunft der Vorleistungen und Lieferungen in Absatzgebieten	161
4.10	Durchschnittliche Wertschöpfung pro Mitarbeiter in 1000 DM und Lieferzeit bei Herstellern komplexer und einfacher Produkte aus dem Maschinenbau nach Globalisierungstyp	164
4.11	Anteil Maschinenbaubetriebe und Investitionsgüterindustriebetriebe mit Verlagerung von Produktionsaktivitäten ins Ausland bzw. Planungsüberlegungen	166
4.12	Motive von Maschinenbaubetrieben zur Verlagerung von Produktionsaktivitäten ins Ausland	167
4.13	Motive von Maschinenbaubetrieben zur Rückverlagerung von Produktionsaktivitäten	168
4.14	Auslandspräsenz des deutschen Maschinenbaus nach Funktionsbereichen	169
4.15	Anteil des Auslandsumsatzes am Gesamtumsatz in Abhängigkeit von der funktionsspezifischen Standortstrategie	171

5.1	Produktion und Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus	175
5.2	Bestände an Direktinvestitionen nach Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes	176
5.3	Direktinvestitionen der Unternehmen des deutschen Maschinenbaus	179
5.4	Investitionen deutscher Unternehmen im ausländischen Maschinenbau	179
5.5	Nettodirektinvestitionen nach Wirtschaftszweigen	181
5.6	Nettodirektinvestitionen und Bruttoanlageinvestitionen des deutschen Maschinenbaus	183
5.7	Umsatz des deutschen Maschinenbaus bei inländischen Gesellschaften und Auslandstöchtern	185
5.8	Beschäftigte im inländischen und im ausländischen Maschinenbau	185
5.9	Deutsche Direktinvestitionen in den ausländischen Maschinenbau	186
5.10	Deutsche Direktinvestitionen in den Maschinenbau der Nicht-Industriestaaten	187
5.11	Deutsche Direktinvestitionen in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1992	188
5.12	Deutsche Direktinvestitionen in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1992	189
5.13	Deutsche Direktinvestitionen in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1992	191
5.14	Deutsche Direktinvestitionen in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1999	191
5.15	Nettodirektinvestitionen des deutschen Maschinenbaus	193
5.16	Nettodirektinvestitionen des deutschen Maschinenbaus in Nicht-Industriestaaten	194
5.17	Aktuelle Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus	195
5.18	Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus	196
5.19	Welthandelsanteile im Handel mit Maschinenbauerzeugnissen	201
6.1	Entwicklungslinien für Maschinenbauunternehmen	224

TABELLENVERZEICHNIS

1.1	Abgrenzung des Maschinenbaus anhand der Nomenklatur für die Produktion	5
1.2	Anwendungsfelder des E-Business	17
1.3	Abgrenzung des Maschinenbaus anhand der Nomenklatur für die Produktion	21
2.1	Strukturdaten für den Maschinenbau im Jahr 1999	24
2.2	Eckdaten zum Faktoreinsatz im Maschinenbau im Jahr 2000	26
2.3	Der Maschinenbau in ausgesuchten Ländern im Vergleich	27
2.4	Betriebsgrößenstruktur im Maschinenbau	28
Übersicht 2.1		30
2.5	Personalstruktur im Maschinenbau	31
2.6	Gemeldete Stelle, Arbeitslose und Hochschulabsolventen	38
2.7	Studienanfänger in ausgewählten Fachrichtungen	40
2.8	Die Struktur der Finanzierungsphasen beim Einsatz von Risikokapital	57
3.1	FuE-Aufwendungen in ausgewählten Branchen in Deutschland	73
3.2	Struktur der Innovationsaufwendungen 1998	75
3.3	Umsatzstruktur im verarbeitenden Gewerbe und im Maschinenbau 1999	76
3.4	EPA-Anmeldungen im Maschinenbau und Spezialisierung auf den Maschinenbau	80
3.5	Der Markt für Maschinen und Ausrüstungen zur Herstellung von so genannten Hochtechnologieerzeugnissen	93
3.6	Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau	106
3.7	Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße und Stellung in der Wertschöpfungskette	108
3.8	Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße und Seriengröße	110
3.9	Die Position des Maschinenbaus beim Angebot produktbegleitender Dienstleistungen in der Investitionsgüterindustrie insgesamt und nach Seriengröße	113
3.10	Die Position des Maschinenbaus beim Angebot produktbegleitender Dienstleistungen in der Investitionsgüterindustrie insgesamt und nach Produktkomplexität	115

3.11	Die Position des Maschinenbaus beim Angebot produktbegleitender Dienstleistungen in der Investitionsgüterindustrie insgesamt und nach Stellung in der Wertschöpfungskette	118
4.1	Anforderungscharakteristika an Produktentwicklung und Fertigung	134
4.2	Kooperationstätigkeit nach Kooperationsfeldern im Maschinenbau nach Betriebsgröße und Region	157
5.1	Deutsche Investitionen in den ausländischen Maschinenbau	177
5.2	Rangfolge der wichtigsten Lieferländer nach Maschinengruppen im Jahr 1999	197
5.3	Exporte und Exportanteile ausgewählter Länder im Jahr 1999	198
5.4	Indikatoren zum deutschen Maschinenaußenhandel	203
5.5	Maschinenaußenhandel der EU und Deutschlands mit mittel- und osteuropäischen Ländern, 1998	205
5.6	Deutschlands Maschinenaußenhandel mit Mittel- und Osteuropäischen Ländern	206

1 Grundlegende Definitionen, Struktur und Aufbau der Studie

1.1 Ziel und Aufbau der Untersuchung

Für die primär industrielle wirtschaftliche Entwicklung des 19. und 20. Jahrhunderts waren die Produkte des Maschinenbaus eine notwendige Voraussetzung (Hirsch, Kreinsen, Seitz, 2000). Als Lieferant von Investitionsgütern hatte und hat der Maschinenbau erheblichen Einfluss auf die wirtschaftliche und technologische Basis der Industriefertigung und bestimmt als Schlüsselbranche die Wettbewerbsfähigkeit anderer Branchen mit. Weder die Modernisierung der industriellen Fertigungsprozesse noch die Einführung neuer Produkte wären ohne die permanenten Innovationen des Maschinenbaus möglich gewesen.

Seine Schlüsselrolle wird durch den Strukturwandel jedoch zunehmend in Frage gestellt. Andere Technologiefelder – allen voran die Bereiche der Informations- und Kommunikationstechnik – treiben die Entwicklung. Das „Paradepferd" der deutschen Industrie gilt nicht mehr ungeteilt als international sehr wettbewerbsfähig, innovativ und wachstumsstark. Die Zukunft scheint dagegen den Güter- und Dienstleistungsbereichen der „New Economy" zu gehören. Sie, und nicht die honorigen Industriebranchen, bezaubern weite Teile der Wissenschaft und der Publizistik. Weithin gilt die Informations- und Kommunikationstechnik als erste Adresse für die Erschließung technologischen Neulands, für Wachstum und höheren Wohlstand und nicht die Werkhallen und Büros der Industriebranchen. Zwar haben verfallende Aktienkurse und die dahinterstehenden ökonomischen Fakten der „New Economy" unversehens einigen Wind aus den Segeln genommen, aber das Schiff bleibt auf Kurs. Der „Aufstieg der Netzwerkgesellschaft"[1] – soweit man ihn, wie z. B. Castells (2000) für den bestimmenden Trend hält – wird von Rückschlägen nicht aufgehalten, sondern nur etwas verlangsamt.

Gilt der Maschinenbau im Gesamtgefüge der Ökonomie unter den Prämissen eines polarisierenden Denkens als „Old Economy", so braucht dieser Wirtschaftssektor hinsichtlich des zweiten Phänomens, das in dieser Studie behandelt wird, der Globalisierung, keinen Vergleich zu scheuen. Der Weltmarkt muss von ihm nicht erst entdeckt werden. Gemessen an den Exportquoten sind seine Produkte schon seit langem über die nationalen Grenzen hinaus erfolgreich. Für eine mittelständisch geprägte Branche wie dem Maschinenbau ist der Auftritt als „Global Player" beachtlich. Aber der Weltmarkt wird in Zukunft noch stärker die Aufmerk-

[1] Die „New Economy" lässt sich kaum allgemeinverbindlich abgrenzen. Sie wird mit mehren, unterschiedliche Facetten betonenden Begriffen bezeichnet. „Netzwerkökonomie" ist einer davon.

samkeit und die Anpassungsfähigkeit des Maschinenbaus fordern. National geprägte Strategien von vor allem kleineren Betrieben werden vielleicht nicht ausreichen, gegen die globale Konkurrenz zu bestehen. Der verschärfte Wettbewerb mit Niedriglohnländern oder die gestiegenen Erwartungen von Großkunden, ihnen im Ausland eine Vor-Ort-Präsenz zu bieten, stellen Anforderungen dar, die ein Ausruhen auf dem bereits erreichten Niveau nicht zulassen werden.

Globalisierung und „New Economy“ stellen Herausforderungen dar, denen sich der Maschinenbau bereits zu stellen hat und deren Chancen er auch in Zukunft mit seiner Anpassungsfähigkeit und Veränderungsdynamik zu nutzen trachten muss. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, wesentliche Herausforderungen zu benennen und die langfristigen Entwicklungsperspektiven aufzuzeigen.

Der Maschinenbau am Beginn des neuen Jahrhunderts verkörpert seine Geschichte, seine Erfahrungen und seine Reaktionen auf vergangene Krisen und Umbrüche. Die möglichen weiteren Entwicklungspfade sind durch diese Geschichte und durch die aktuelle Performance eingegrenzt. Ausgangspunkt der Studie ist deshalb die Analyse der gegenwärtigen Situation und der Instrumente und Strategien zur Bewältigung seiner letzten Krise, die der deutsche Maschinenbau in den Jahren von 1992 bis 1995 erlebte.

Die Entwicklung des Maschinenbaus und die gegenwärtige Situation werden zunächst, kurz und auf das Wesentliche beschränkt, anhand zentraler volkswirtschaftlicher Indikatoren im Vergleich mit anderen Industriebranchen dargestellt und analysiert. Der Schwerpunkt der Studie soll auf den Charakteristika des deutschen Maschinenbaus liegen, die ihn national wie international unverwechselbar machen. Dargestellt werden seine typische marktpolitische Strategie, sowie seine produktions- und innovationspolitische Ausrichtung. Generalisierend sind damit die Bevorzugung einer Nischenstrategie, die hohe Fertigungstiefe und die technologische Exzellenz auf der Basis einer qualifizierten Facharbeiterschaft gemeint.

Dass sich aus dem besonderen Typus des deutschen Maschinenbaus auch Probleme ergeben, zeigten spätestens nach dem Auslaufen der vereinigungsbedingten Sonderkonjunktur die Schwächetendenzen der deutschen Industrie und des Maschinenbaus im Besonderen. Auch wenn es nicht die Aufgabe der vorliegenden Studie ist, die Ursachen und den Verlauf dieser Krisen im Detail zu ergründen und darzulegen – dazu gibt es bereits eine Reihe von Forschungsergebnissen aus dem Umkreis der Wirtschaftswissenschaften und der Industriesoziolo-

gie –, ist der Entwicklung des deutschen Maschinenbaus in der krisenhaften ersten Hälfte der neunziger Jahre und in der darauffolgenden Erholungsphase einige Aufmerksamkeit zu widmen.

Die zentrale Frage, die zu untersuchen und zu beantworten sein wird, ist, ob der Maschinenbau seine strukturellen Schwierigkeiten überwunden hat, ob die Verbesserung seiner ökonomischen Situation auf strukturelle Reformen zurückzuführen oder lediglich die Folge eines günstigeren konjunkturellen Umfeldes ist. Der Erfolg struktureller Reformen und die Revitalisierung des Maschinenbaus wird anhand folgender Kriterien zu beurteilen sein:

- Art und Ausmaß der Rationalisierungsfortschritte;
- Verringerung der Fertigungstiefe und Verlagerung von Fertigungsschritten;
- Kostensenkung;
- Verbesserung im Programmangebot;
- Flexibilitätserhöhung;
- Art und Ausmaß der Innovationsleistungen.

Für den Maschinenbau als traditionell exportorientierten Wirtschaftszweig sind Fragen der Wettbewerbsfähigkeit von besonderer Bedeutung. Inwieweit die Branche die Herausforderungen der Globalisierung bewältigt hat, wird anhand der Entwicklung des deutschen Maschinenbaus im Vergleich mit seinen wichtigsten Wettbewerbern aus Italien, den Vereinigten Staaten, Japan und anderen wichtigen Industrieländern reflektiert. Hierbei geht es zum einen um die wirtschaftliche Performance, die gemessen wird an Kennziffern wie der Arbeitsproduktivität, den Lohnstückkosten und der Entwicklung der Gewinne. Zum anderen werden die Erfolge auf den internationalen Märkten analysiert, wobei die Durchdringung von Auslandsmärkten sowie die Veränderung von Marktanteilen für deutsche Hersteller im Zeitverlauf auf der Basis internationaler Produktionsstatistiken direkt zur Bewertung der Performance der Branche verwendet werden.

Eine Voraussetzung für das Bestehen der Herausforderungen der Globalisierung ist die internationale Verankerung der Unternehmen. Die Verlagerung von Produktionseinrichtungen, die internationale Vertriebs-, Service- und FuE-Präsenz und der Aufbau von Produktionsnetzwerken sind sowohl Elemente einer vom Kosten- und Wettbewerbsdruck ausgelösten Rationalisierungs- als auch einer verfeinerten Absatz- und Exportstrategie.

Nur teilweise lassen sich Erkenntnisse über diese Aspekte der Globalisierung aus nationalen und internationalen Statistiken entnehmen. Die Analyse ist deshalb auf heterogenes empirisches Material angewiesen. Dazu gehören Umfrageergebnisse, Fallstudien, sekundärstatistisches Material und vorliegende Forschungsergebnisse.

1.2 Definition des Untersuchungsgegenstandes

Der Maschinenbau wird allgemein als Produzent und Lieferant von Investitionsgütern verstanden, die primär für die Herstellung physischer Erzeugnisse benötigt werden. Ein Großteil von Maschinenbauerzeugnissen betrifft Vorprodukte und Komponenten, die allerdings zumeist für die Herstellung von maschinellen Ausrüstungen und Anlagen benötigt werden.

Die in Deutschland gebräuchliche Definition der Branche Maschinenbau umfasst Erzeugnisse, die im internationalen Sprachgebrauch häufig unter dem Begriff nichtelektrische Maschinen subsumiert werden. Diese Abgrenzung führt u.a. dazu, dass Aufträge für den Kraftwerksbau teils dem Maschinenbau zugeschlagen werden, soweit es die Dampferzeugung, die Turbinen etc. betrifft, und teils der Elektrotechnik, soweit es die Generatoren, die Prozesssteuerung etc. betrifft. Da eine sehr enge Beziehung zwischen Teilen der Elektrotechnik und dem Maschinenbau besteht und selbst der Branchenverband (VDMA) die Eingrenzung des Maschinenbaus auf die Gruppen 29.1 bis 29.5 der europaweit gebräuchlichen Klassifikation (NACE bzw. WZ 93) als zu eng betrachtet, ist es sinnvoll, den Begriff des Maschinenbau im Rahmen der Studie weiter zu fassen (vgl. Tab. 1.1).

Eine umfassende Betrachtung unter Einbeziehung der genannten Gruppen, die nicht unter die in der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ93) als Maschinen bezeichneten Gruppen fallen, wird nicht in jedem Fall durchführbar sein. Dies gilt insbesondere für die Fragen der Globalisierung. Zu Fragen der technologischen Entwicklung, die auf Umfragen beruhen (siehe Kapitel 4), und für den nationalen Vergleich des Maschinenbaus mit anderen Sektoren kommt die umfassendere Definition des Maschinen- und Anlagenbaus zum Einsatz.

Tabelle1.1

Abgrenzung des Maschinenbaus anhand der Nomenklatur für die Produktion

NACE (Rev.1)	Bezeichnung	Maschinenbau (i.w.S.)
28.3	Herstellung von Dampfkesseln	Ja
28,62	Herstellung von Werkzeugen	Ja
29.1	Herstellung von Maschinen für die Erzeugung und Nutzung von mechanischer Energie (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)	Ja
29.2	Herstellung von sonstigen Maschinen für unspezifische Verwendungen	Ja
29.3	Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	Ja
29.4	Herstellung von Werkzeugmaschinen	Ja
29.5	Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	Ja
29.6	Herstellung von Waffen	Nein
29.7	Herstellung von elektrischen Haushaltsgeräten	Nein
31.1	Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren[a)]	Ja
31.2	Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und –schalteinrichtungen[b)]	Ja
33.2	Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen	Ja

a) Transformatoren, Kleinmotoren für elektrotechnische Hausgeräte, Kraftfahrzeuge sind nicht im eigentlichen Sinn Maschinenbauerzeugnisse.
b) Schalter, elektromech. Bauteile, Installationstechnik Gebäude, Kabelschächte etc.

Quelle: ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

1.3 Globalisierung – alte und neue Herausforderungen

Seit langem ist der Begriff „Globalisierung“ in der Öffentlichkeit, der Politik und der Wissenschaft etabliert. Dabei gehen die Inhalte, die mit „Globalisierung“ umgrenzt oder erklärt werden, weit über den eigentlichen Bereich ökonomischer Fragestellungen hinaus. Der Globalisierungsbegriff kann auf ganz unterschiedlichen Ebenen angesiedelt werden – von Veränderungen auf den Märkten über Unternehmensstrukturen bis hin zu subjektiven Weltsichten (Trinc-

zek, 1999). Eine umfassende Definition bezeichnet mit Globalisierung den Prozess der zunehmenden funktionalen Integration international verteilter Aktivitäten. Sie meint somit mehr als Internationalisierung, „nämlich nicht einfach die Interaktion von gleichgeordneten Akteuren auf einer (der internationalen) Ebene, sondern die nicht mehr aufzulösende Verflechtung von regionaler Entscheidungsfindung, lokaler Implementation und globaler Auswirkung“ (Bühl, 1995).

Aus Sicht der empirischen Wirtschaftsforschung, auf welche die Thematik im Weiteren verengt wird, wird unter dem Schlagwort „Globalisierung“ das Zusammenwachsen der Märkte über nationale Grenzen hinaus sowie das internationale Engagement der Unternehmen diskutiert. Eine Definition, die sowohl die Dimensionen als auch den dynamischen Charakter des Phänomens aufgreift, stammt von Tilly (1999):

„Globalisierung bezeichnet die zunehmende Integration von Güter-, Kapital- und Arbeitsmärkten, unmittelbar verursacht durch die wachsende Mobilität von Produkten und Produktionsfaktoren, und zumindest mittelbar getragen von technologischem Wandel und von Veränderungen in der staatlichen Wirtschaftspolitik.“

Die dynamischen Aspekte – „zunehmende Integration“ und „wachsende Mobilität“ – in dieser Definition sind wesentlich für die Globalisierungsthese. Nur wenn ein quantitativer Schub und eine neue Qualität der Wirtschaftsverflechtung und der Unternehmensaktivitäten nachzuweisen sind, beschreibt „Globalisierung“ ein neues Phänomen. Ansonsten fügt sich die Gegenwart mehr oder weniger bruchlos in den historische Industrialisierungsprozess ein, für den gezeigt werden kann, dass er von Anfang an mit einer außenwirtschaftlichen Öffnung und einem Umfang an weltweiten Handels- und Kapitalströmen einher ging, „der den Vergleich mit heutigen Zeiten nicht zu scheuen braucht“ (Alecke et al., 1999: 10).

Soweit man sich auf die Zunahme des Außenhandels mit Gütern und Dienstleistungen beschränkt, ist die Globalisierung kein wirklich neuartiges Phänomen. Schon vor dem ersten Weltkrieg war die außenwirtschaftliche Verflechtung der heutigen Industrieländer bemerkenswert hoch. Im Jahr 1913 lag der Anteil des Außenhandels am Bruttoinlandsprodukt des Deutschen Reichs bei ca. 20%, ein Wert, den die Bundesrepublik Deutschland erst Ende der siebziger Jahre wieder erreichte. Auch die Kapital- und die Arbeitskräftemobilität waren in früheren Zeiträumen beachtlich (Alecke et al., 1999). Durch den zunehmenden Beitrag der meist nicht handelbaren Dienstleistungen zum Sozialprodukt wird die Entwicklung der Außenhandelsintensität verschleiert. Verwendet man die landwirtschaftliche und industrielle Wertschöp-

fung als Nenner, dann lassen sich in Zeitvergleich deutliche Zuwächse der internationalen Handelsintensität nachweisen. Auf dieser Basis berechnet, hat sich die Handelsintensität für Deutschland zwischen 1890 und 1990 um das Zweieinhalbfache erhöht (Alecke et al., 1999).

Neben der Intensität des Außenhandels haben sich auch seine Strukturen verändert. Der intraindustrielle Handel (Handel innerhalb eines Sektors) zwischen den hoch entwickelten Ökonomien sowie der Handel entlang der Wertschöpfungskette haben zugenommen. Mit Letzterem ist gemeint, dass die Industrieländer einen zunehmenden Teil der Zwischenprodukte importieren und sich selbst auf die Produktion von Fertigprodukten spezialisieren.

Mit dieser Entwicklung hat die internationale Verflechtung von Volkswirtschaften nicht nur an Bedeutung, sondern an Vielfalt gewonnen. Der grenzüberschreitende Austausch von Leistungen kann nicht mehr nur über das klassische Modell der komparativen Kostenvorteile erklärt werden. Die neuere Außenhandelstheorie unterscheidet deshalb zwischen verschiedenen Mustern, die sich im internationalen Handel herausbilden, die nicht nur zu einer intersektoralen, sondern auch intrasektoralen Arbeitsteilung führen. Als Erklärungsfaktoren spielen nicht nur Produktivitäts- und Kostenunterschiede eine Rolle. Von wesentlicher Bedeutung sind u. a. Skaleneffekte, die unternehmensintern, aber auch extern auftreten können. Im letzten Falle wird die regionale Agglomeration von miteinander verbundenen Unternehmen als wichtiger Erklärungsfaktor betrachtet (Freudenberg, Lemoine, 1999).

Nicht nur der Außenhandel zeigt quantitative und qualitative Veränderungen im Zeitablauf, auch die Bruttokapitalströme in der Weltwirtschaft sind in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen. Die Ströme der Direktinvestitionen sind ein Indiz dafür, dass sich der Ausbau internationaler Produktionsnetzwerke beschleunigt hat.

Über den traditionellen Außenhandel und die Entwicklung der Auslandsinvestitionen hinaus werden mit dem Begriff Globalisierung noch weitere Aspekte einer grenzüberschreitenden Wirtschaftsweise angesprochen (vgl. Hofmann, Saul, 1996):

- ein wachsender unternehmensinterner Handel multinationaler Unternehmen;
- ein verstärktes „global sourcing“ von Vorprodukten;
- eine transnationale Ausrichtung der Unternehmensfunktionen;
- ein verstärkter wechselseitiger Know-how-Transfer sowohl innerhalb als auch zwischen den Unternehmen;

- eine zunehmende Vernetzung von Unternehmen durch internationale strategische Allianzen;
- eine ausgeglichenere Verteilung der international führenden Unternehmen über die wirtschaftlich wichtigsten Wirtschaftsregimen.

Als mittelbare Ursachen der Globalisierung lassen sich politische und marktliche Erklärungsfaktoren identifizieren. Unter politischen Faktoren ordnet man vor allem die Maßnahmen zum Abbau der Handelshemmnisse und der Beschränkungen für internationale Faktorbewegungen sowie den Grad der währungspolitischen Integration ein. Die politischen Faktoren (z.B. der erfolgreiche Abschluss der Uruguay-Runde und die Schaffung des gemeinsamen europäischen Marktes und anderer Freihandelszonen, der Abbau von Kapitalverkehrskontrollen) haben einen entscheidenden Anteil am „Globalisierungsschub“ in den letzten zwei Jahrzehnten.

Als marktlicher Erklärungsfaktor der Globalisierung spielt der technische Fortschritt eine entscheidende Rolle, der zur Senkung der Distanz- und Transaktionskosten beiträgt. Dabei sind die Auswirkungen der Innovationen im Verkehrs- und Transportwesen auf den internationalen Handel unmittelbar nachvollziehbar. Aber auch die IuK-Technik spielt beim Ausbau der internationalen Arbeitsteilung eine zentrale Rolle. Einerseits sind ohne ihren Beitrag die Leistungen des modernen Verkehrs- und Transportwesens nicht denkbar, andererseits ist sie selbst zu einer Schlüsseltechnologie für die Globalisierung geworden. Die IuK-Technik kann als (neue) „Transportinfrastruktur“, als der „elektronische Highway“ des Informationszeitalters angesehen werden (Dicken, 1992).

Die IuK-Technologien entfalten ihren Einfluss auf die Produkt- und Dienstleistungsmärkte und auf die Faktormobilität im supranationalen Raum über eine Senkung der Transaktionskosten, der Erhöhung der Informationstransparenz und der Verkürzung von Aktions- und Reaktionszeiten. Sie verstärken damit den aus den Initiativen der Politik auf internationaler Ebene resultierenden Effekt aus einer Reduzierung von Marktzutrittsbarrieren, der Unternehmen das Erschließen ausländischer Märkte erleichtert. Die verbesserte Funktionsfähigkeit der Märkte hat für die Unternehmen und den gesamtwirtschaftlichen Strukturwandel eine Reihe von richtungweisenden Effekten:

- Die IuK-Technik erhöht die Effizienz der Logistik und des Datenaustausches. Der internationale Handel ist mit einer Vielzahl von Vorgängen des Datenaustausches verbunden. Der Verwaltungsaufwand, der bei der Abstimmung von Lieferanten, Behörden, Versicherungen,

Zollbehörden, Transportunternehmen und Abnehmern entsteht, kann mittels IuK-Technik gesenkt werden.

- Der internationale Handel mit Gütern und Dienstleistungen wird ausgeweitet, da Informationen über Angebot und Nachfrage leichter verfügbar sind.
- Elektronische Marktplätze entstehen, die den Marktmechanismus stärken und zu mehr Markttransparenz und Kosteneinsparungen führen können.
- Die IuK-Technik verändert die Wettbewerbsfähigkeit kleinerer Unternehmen. Unter den besseren technischen Voraussetzungen können kleine und mittlere Unternehmen ohne eine aufwendige Infrastruktur in entfernte Märkte eintreten. Allerdings wird in Folge des Zusammenwachsen von Märkten der Konkurrenzdruck intensiver.
- Die IuK-Technik erleichtert die Integration regional weit auseinander liegender Unternehmensteile. Die Nutzung der Vorteile verschiedener Regionen für die Teilprozesse der Leistungserstellung innerhalb eines Unternehmens wird ermöglicht.
- Die Handelbarkeit von Dienstleistungen wird erhöht. Das betrifft in erster Linie „ungebundene Dienstleistungen“ (Bhagwati 1984), bei denen die Notwendigkeit physischer Anwesenheit gering ist. Das hat sowohl Folgen für die liefernden Dienstleistungsunternehmen als auch für die Abnehmer von Dienstleistungen.

Zusammenfassend kann die Globalisierung durch generierende, evolutorische, strukturbildende Elemente sowie durch makroökonomische Effekte definiert werden:

- Die Informations- und Kommunikationstechnik ist nur eines der generierenden Elemente der Globalisierung. Hinzu kommen politische Initiativen auf internationaler Ebene, die auf einen Abbau von Marktzutrittsbarrieren und eine Koordination der Wirtschaftsbeziehungen gerichtet sind.
- Der evolutorische, die Globalisierung treibende Kraft, ergibt sich einmal aus den Wirkungen der IuK-Technik auf die Marktfunktionen. Zum Zweiten ist die einzelstaatliche Politik, die in unterschiedlicher Weise den Herausforderungen aus der Weltwirtschaft Rechnung trägt, zu nennen.
- Strukturbildende Elemente: Die inter- und intrasektorale Arbeitsteilung auf internationaler Ebene steigt aufgrund eines zunehmenden Wettbewerbs. Regionale Unterschiede bei der

Ausstattung mit Einsatzfaktoren und der Regulierung von Märkten sind wichtige Faktoren zur Erklärung der Richtung und Geschwindigkeit des Strukturwandels.

- Die Internationalisierung von Unternehmensstrukturen und eine neue Form der Spezialisierung führt zu einer weltweit besseren Allokation der Ressourcen.

1.4 „New Economy“ – Ein neues Phänomen?

Die Bezeichnung „New Economy“ oder „Neue Ökonomie“ drückt der Diskussion über die Trends der wirtschaftlichen Entwicklung in wissenschaftlichen Forschungsorganisationen genauso ihren Stempel auf, wie sie sich als Zeitgeistvokabel in den Medien großer Beliebtheit erfreut. Dabei kann die Auseinandersetzung mit diesem Begriff entweder als Ersatz der wesentlich älteren „Informationsgesellschafts“-Debatte oder als ihre Fortsetzung auf der Basis neuer Erfahrungen und Einsichten betrachtet werden. Aber was die „New Economy“ bedeutet, bleibt in der Regel nur rudimentär definiert (Felderer 2001: 16). Viele Vorstellungen fließen in diesem Begriff zusammen, so dass nicht unbedingt leicht zu erkennen ist, was eine „Neue Ökonomie“ ausmacht, ob man sich bereits in ihr befindet oder ob sie eher eine Vision ist (Matthes 2001). Es darf also auch nicht verwundern, wenn dieser Begriff in vielen Publikation nur zwischen Anführungsstrichen verwendet wird.

In sektoraler Abgrenzung umfasst die „New Economy“ die Bereiche der Herstellung und Vermarktung von Gütern der Datenverarbeitung, der Telekommunikation und Teilen der Elektrotechnik einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen sowie die Medien. Der verbleibende Rest ist damit „Old Economy“. Es hängt vom Analysezweck ab, ob man die **sektorale** Definition anwendet oder zu einer **funktionalen** Definition übergeht. Erstere erlaubt zwar, den Wachstumsbeitrag der „Neuen Ökonomie“ zu berechnen, gibt aber keine Auskunft über die gesamtwirtschaftlichen Effekte einer sektoral nicht beschränkten Querschnittstechnologie.

Aus funktionaler Sicht verbindet der Begriff „New Economy“ – auf der allgemeinsten Ebene betrachtet – die Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien) mit dem wirtschaftlichen Geschehen, wobei die amerikanischen Erfahrungen der letzten Jahre als empirische Plattform für die Zusammenhänge und Wirkungen herangezogen werden. Das Merkmal der „Neuen Ökonomie“ ist die durch Informationstechnik stimulierte Wirtschaft. Transaktionen werden in einem Ausmaß möglich und zu niedrigen Transaktionskosten durchführbar, wie es insbesondere vor der Diffusion des Internets kaum denkbar war (Sachverständigenrat,

2000: 182). Dabei sind es drei wesentliche Charakteristika, die diese „Neue Ökonomie“ ausmachen (OECD 2000):

- Ein höheres Trendwachstum, das auf einem effizienteren und über den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik (IuK-Technik) erst ermöglichten Unternehmensverhalten beruht.
- Ein veränderter Konjunkturzyklus wegen einer sinkenden NAIRU, womit sich die Chancen für eine stetige Entwicklung von Produktion und Beschäftigung bei hohem Auslastungsgrad ohne inflationäre Verspannung verbessern[1]. Auch diese Erscheinung wird auf die IuK-Technik zurück geführt.
- Veränderte Ursachen des Wachstums: Zumindest für bestimmte Bereiche der Wirtschaft haben sich Zusammenhänge, die in der Vergangenheit gültig waren, im Wachstumsprozess gewandelt. Zunehmende, statt abnehmende Grenzerträge, die in der „traditionellen“ Wirtschaft üblich waren, sowie Netzwerkeffekte und Externalitäten wirken sich positiv auf das Wachstum aus. Je mehr Menschen und Unternehmen über das Internet zusammengeschlossen werden, desto höher wird der Nutzen dieser Anwendungen und kann die Wertschöpfung auch außerhalb des IuK-Sektors fördern.

Wie nicht anders zu erwarten, ist keine dieser Aussagen unumstritten. Alleine die Probleme bei der Messung des Inlandsproduktes oder der Produktivität müssen zu unterschiedlichen Auffassungen führen. Methodische Probleme z.B. bei der Trennung von Trend- und Zyklusphänomenen – vertiefen die Gräben zwischen verschiedenen Positionen. Eine besondere Rolle spielen in diesem Kontext auch unterschiedliche Konzepte der Deflationierung[2].

Eine entscheidende Frage ist, ob der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsanstieg das Ergebnis eines zusätzlichen Faktoreinsatzes ist oder ob er auf einen schnelleren technologischen Wandel

---

[1] Unter NAIRU (Non accelerating inflation rate of unemployment) versteht man die Arbeitslosenquote, unterhalb welcher es beim Wirtschaftswachstum zu keiner Beschleunigung der Inflationsrate kommt.

[2] Seit einigen Jahren wird in den Vereinigten Staaten im Gegensatz zu den meisten anderen Industrienationen das so genannte hedonische Preiskonzept verwendet, das die durch den technischen Fortschritt in neuen Produkten inkorporierte höhere Leistung explizit bei der Preisberechnung berücksichtigt. Dieses Konzept hat insbesondere bei der Berechnung der Preisindizes für Güter der IuK-Technik im Vergleich mit den herkömmlichen Berechnungskonzepten einen gravierenden Einfluss auf die Entwicklung von Zeitreihen. Die Veränderungsraten wichtiger Kennziffern wie der Bruttowertschöpfung, der Produktivität etc. fallen i.A. höher aus.

zurückgeführt werden kann. Nur im Falle einer dauerhaft höheren Rate des technischen Wandels kann der in einer Periode beobachtete Produktivitätsanstieg als nachhaltig bezeichnet werden, was die Qualifikation einer Volkswirtschaft als „Neue Ökonomie“ rechtfertigen könnte (Gundlach 2001). In der Wachstumsanalyse wird zur Berechnung des Technologieniveaus die „totale Faktorproduktivität“ (TFP) verwendet. Da das Wachstum des Sozialproduktes nur zu einem Teil mit der Veränderung des Arbeitsvolumens und des Kapitalstocks erklärt werden kann, bleibt ein unerklärter Rest. Dieser Rest wird den sonstigen, insbesondere technologischen und organisatorischen Änderungen, aber auch dem Humankapital und den institutionellen Regelungen zugeschrieben und in der Produktionsfunktion als TFP bezeichnet. Obwohl es sich also statistisch gesehen um eine Residualgröße handelt, die prinzipiell den Einfluss mehrerer Variablen reflektiert, wird sie im Wesentlichen als ein Maß für das Niveau der zu einem Zeitpunkt verfügbaren (Produktions-) Technologie interpretiert. Ausgestattet mit der fortschrittlicheren Technologie wird eine Ökonomie einen höheren Indexwert für die TFP aufweisen und deshalb mit denselben Mengen an Arbeit und Kapital mehr Output produzieren können als eine Wirtschaft, die nur über eine weniger entwickelte Technologie verfügt.

Nachdem das durchschnittliche Wachstum der TFP in den USA zwischen 1973 und 1993 auf Werte deutlich unter 1% zurückgegangen waren, spricht man seit Mitte der neunziger Jahre von einer „Wiederauferstehung des Produktivitätswachstums“. Die Wachstumsrate der TFP in den USA hat sich von durchschnittlich 0,5% im Zeitraum 1991 bis 1995 auf 1,2% im Zeitraum von 1996 bis 1999 erhöht (Oliner, Sichel 2000). Jorgenson und Stiroh (2000) untermauern mit ihren Untersuchungen diese Aussage.

Von der Mehrheit der Wirtschaftswissenschaftler werden die Produktivitätssteigerungen als Ergebnis eines technologischen Fortschritts im Bereich der Halbleitertechnik oder – emphatischer ausgedrückt – einer „High-tech“-Revolution und steigender Investitionen interpretiert, denn der Anstieg der TFP geht mit einer Vervierfachung der Investitionen amerikanischer Unternehmen in die Informationstechnik und die Kommunikationsausrüstung einher (Oliner, Sichel 2000)[1]. Der Anteil der IT-Investitionen an allen Ausrüstungsinvestitionen in den USA liegt seit 1995 bei über 50% (Felderer 2001: 17).

Umstritten ist die Frage, ob das Produktivitätswachstum zum weitaus größten Teil auf die Herstellerbranchen der Informations- und Kommunikationstechnologie zurück zu führen ist oder

[1] In realen Werten gemessen.

auch die übrigen Branchen erfasst hat. Gordon (2000) führt in einem häufig zitierten Aufsatz das Produktivitätswachstum der „New Economy“ im Wesentlichen auf die Zuwächse in der IuK-Branche selbst zurück, während andere Wirtschaftsbereiche im Vergleich zu den zurückliegenden Jahren in dieser Hinsicht keineswegs Spektakuläres vorzuweisen hätten. Castells (2000) vertritt die Auffassung, dass die Computerindustrie eine Vorreiterrolle spielt und die außerordentliche Produktivitätssteigerung sich in anderen Wirtschaftsbereichen erst vorbereitet. Jedoch ist inzwischen trotz der schwierigen Messprobleme der Konsens gewachsen, dass die Diffusion bereits sichtbar ist und die IuK-Technologie nachweislich einen über die Herstellerbranchen hinausgehenden Wachstumseffekt auf die amerikanische Wirtschaft hatte. Als Beispiel sind die Arbeiten von Oliner und Sichel (2000), Jorgenson und Stiroh (2000) und Nordhaus (2001) zu nennen.

Das Wirtschaftswachstum einer relativ kurzen Periode von wenigen Jahren auf seine Determinanten hin zu analysieren und daraus einen langfristigen Trend oder gar eine neue Epoche, z.B. im Sinne eines fünften „Kondratieff-Zyklus“, abzuleiten wie dies in der jüngsten Vergangenheit oft geschehen ist, kann nur als ein spekulatives Vorgehen qualifiziert werden. Die Verfechter der These einer „Neuen Ökonomie“ behaupten, dass die Wachstumsrate des Produktionspotentials dauerhaft gestiegen sei. Gerade das ist, wie schon festgestellt, eines ihrer wesentlichen Definitionselemente. Tatsächlich dauerte die Wachstumsphase der neunziger Jahre außergewöhnlich lange und zeitigte in den Jahren 1998 bis 2000 überdurchschnittlich hohe Wachstumsraten. Eine langfristig angelegte Betrachtung von Flaig legt allerdings offen, dass ähnliche Anstiege der Wachstumsrate bereits in früheren Jahrzehnten stattgefunden haben. Sie wurden aber regelmäßig durch darauffolgende Rückschläge kompensiert (Flaig 2001: 17). Unter Anwendung eines strukturellen Zeitreihenmodells kommt er in seiner Analyse zu dem Ergebnis, dass in den USA der neunziger Jahre keine Erhöhung der langfristigen Wachstumsraten als bewiesen gelten darf (Flaig, 2001: 20). Statt „New Economy“ also „nur“ ein lang anhaltender konjunktureller Aufschwung? Vieles deutetet inzwischen darauf hin, aber Gewissheit wird man erst in ein paar Jahren haben.

Selbst wenn die makroökonomisch orientierten Analysen die Existenz oder den Beginn einer „Neuen Ökonomie“ nicht mit Sicherheit zu bestätigen vermögen, bleiben auf der Unternehmensebene genug Gründe, nicht in die Parole „Business as usual“ zu verfallen. Das Essentielle an der „New Economy” sind – wie gegenwärtig klar wird – nicht stetig steigende Aktienkurse, das Ausbleiben von Rezessionen, dauerhaft geringe Zinsen, niedrige Arbeitslosen- und Inflationsraten, sondern die Auswirkungen eines technologischen Umbruchs auf die Informationsver-

arbeitung und die Organisation der Wertschöpfung (DeLong 2001). Auf Unternehmensebene können Veränderungen festgestellt werden, die auf der IuK-Technologie im Allgemeinen oder dem Internet im Besonderen fußen. In steigendem Maße werden Unternehmen, die diese Entwicklungen ignorieren, zumindest einen Verlust von Marktanteilen hinnehmen müssen, wenn nicht sogar vollständig aus dem Markt gedrängt werden.

Seit die Informationstechnik in den Unternehmen verstärkt Einzug gehalten hat, wird die Frage kontrovers diskutiert, welche Produktivitätsverbesserungen aus Investitionen in IuK-Kapitalgüter resultieren und ob sie die Effekte der sonstigen Ausrüstungsinvestitionen übertreffen. Da die beobachteten und gemessenen Produktivitätssteigerungen weit unter den jährlichen Leistungssteigerungen und Zuwächsen an IT-Investitionen lagen, wurde ein „Produktivitätsparadoxon der Informationstechnologie“ abgeleitet. Der inzwischen schon zum Aphorismus aufgestiegene Satz von Solow, „You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics“ gilt, wie bereits gezeigt, in der „New Economy“ jedoch als überholt. Die Entwicklung in den USA signalisiert, dass die Investitionen in die IuK-Technik sich inzwischen auch in der Produktivitätsstatistik niedergeschlagen haben. Auch auf der Unternehmensebene werden immer mehr Belege für die produktivitätssteigernden Effekte des Einsatzes von IT-Kapital gefunden. Hitt und Brynjolfsson (1997) zeigen für die USA, dass die Rendite von Investitionen in IuK-Technik in den neunziger Jahren nicht mehr niedriger liegt als bei Investitionen in andere Ausrüstungsgüter. Für die Industrieunternehmen in Deutschland ergeben Untersuchungen von Gründler (1996) ein ähnliches Ergebnis.

Es werden hauptsächlich drei Gründe genannt, weswegen in den neunziger Jahren die Aussage „Paradox lost“ zu gelten scheint (OECD 2000):

- Die Deregulierung des Telekommunikationssektors hat den Wettbewerb erhöht, die Kosten gesenkt und Innovationen induziert.
- Diffusion technologischer Innovationen (Glasfaserkabel, neue Verschlüsselungstechnologien, Satellitentechnik) haben den Umfang und die Geschwindigkeit der Telekommunikation stark erhöht.
- Die Verbindung von Informationstechnik und Kommunikationstechnik, die in der dynamischen Entwicklung des Internets zum Ausdruck kommt, hat das Potential für Anwendungen und Diensten der IuK-Technik enorm erweitert.

Ein wesentlicher Grund für die enttäuschenden Produktivitätseffekte der Informationstechnik früherer Jahre war die isolierte Anwendung, die ein Charakteristikum einer jungen Technologie ist (Piller 1998). Der isolierte Einsatz eines PC oder einer CNC-Werkzeugmaschine löste lediglich bereits vorhandene Technologien ab und trug zumeist nur zur Beschleunigung von Abläufen bei. Erst die zunehmende Vernetzung erzeugte zusätzlichen Nutzen. Abteilungsübergreifende, integrierte Prozessketten können den Zeitgewinn, der bei einem Teilprozess erzeugt wird, in eine schnellere Fertigstellung des Gesamtprojektes umsetzen. Somit brachten erst die Verbundwirkungen, die sich durch die Ausbreitung der IuK-Technik in Unternehmen und Haushalten, durch die Weiterentwicklung der Software, durch Standardisierungsmaßnahmen, durch organisatorische Abstimmung und durch das Internet ergeben haben, die produktivitätsrelevanten Potentiale der IuK-Technik zur Entfaltung.

Integrierte Informationssysteme können inzwischen die Zahl der Arbeitsschritte und Prozessfolgen im Unternehmen reduzieren und erlauben darüber hinaus eine Verkettung mit anderen Firmen (Zulieferer oder Abnehmer). Jeder Funktionsbereich, jeder Prozess innerhalb und zwischen Unternehmen wird von der Digitalisierung berührt:

- Informationen über Preise und Liefermöglichkeiten eines oder mehrerer Zulieferer sind mittels elektronischen Datenaustauschs jederzeit verfügbar und erleichtern die entsprechende Ressourcen- und Auftragsplanung.
- Im Servicebereich verbessert ein integriertes Informationssystem die Abstimmung zwischen der Störungsmeldung und -weiterleitung, der Garantieabwicklung, Ersatzteillieferung und den Reparaturmaßnahmen.
- Das Personalwesen kann mit Standardanwendersoftware eine bessere Einsatz- und Organisationsplanung durch Auslastungs- und Qualifikationsübersichten betreiben.
- Konstruktionsleistungen können mit der Fertigungsvorbereitung verknüpft werden. Flexible Fertigungssysteme minimieren die Rüst- und Durchlaufzeiten, und die Kapazitätsauslastung bei schrumpfenden Losgrößen wird erhöht.

IuK-Technik erleichtert auch die Ausbreitung neuer Organisationsformen. Das „virtuelle“ Unternehmen, ein eventuell zeitlich begrenzter Verbund unabhängiger Einheiten, z. B. für gemeinsame Produktions- und Marketingaktionen, bietet auch Chancen für kleinere Unternehmen. Mit Hilfe der Telekooperation können sie wie große Organisationseinheiten auftreten, dabei

wie Großunternehmen weltweit aktiv werden, ohne gleichzeitig ihre regionale Verankerung aufzugeben (Wüstenrot, 2000).

Die Vorteile der IuK-Technik stellen sich nicht von selbst mit der Installation der Hard- und Software ein. Am höchsten sind die Erträge dann, wenn die Investitionen mit neuen Unternehmensstrategien, mit neuen Organisationsstrukturen und mit der Qualifizierung oder Neueinstellung von Personal abgestimmt sind (OECD 2000). Hitt und Brynjolfsson (1997) haben die Zusammenhänge zwischen der Informationstechnologie und der internen Arbeitsorganisation in Unternehmen untersucht und kommen zu dem Ergebnis, dass die Implementation von Informationstechnologie häufig mit einer geänderten Arbeitsorganisation einher geht, die stärkeres Gewicht auf Dezentralisierung, Teamarbeit, subjektbezogene Anreize, Weiterbildung und höhere Anforderungen an die Qualifikation legt. Über diese Veränderungen wirkt sich die IuK-Technik positiv auf das Betriebsergebnis aus.

Die Auseinandersetzung mit den Auswirkungen neuer Technologien auf Unternehmens- und Betriebsebene erfolgte in Schüben. Eine intensive Diskussion in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre kann als „Automatisierungsdebatte“ bezeichnet werden. Im Zentrum standen dabei die möglichen Rationalisierungseffekte und ihre Wirkungen auf die Beschäftigung und auf die Qualität menschlicher Arbeit. Es handelte sich um die Einführung von Informationstechnik in den Unternehmen, wobei primär die Fertigung und andere technische Bereiche im Mittelpunkt standen (Computer Aided Manufacturing, CAM). Doch schon in dieser Zeit kam die Erkenntnis zum Tragen, dass auf einzelne Tätigkeiten beschränkte Automatisierungsaktivitäten nur begrenzte Produktivitätseffekte haben. Ein wesentliches Ziel in dieser Zeit war, die Schnittstellenprobleme der punktuellen Automatisierung der siebziger und frühen achtziger Jahre zu lösen. Ausgehend von den für die Fertigung formulierten Zielen einer integrierten Datenverarbeitung wurden Konzepte erarbeitet, die alle betrieblichen Funktionsbereiche erfassten (Computer Integrated Manufacturing, CIM).

Das Ende der achtziger Jahre war aber nicht nur die Zeit der Einführung der IuK-Technik für betriebsinterne Anwendungen. Im Zusammenhang mit dem Erfolg japani-scher Industrieunternehmen auf den Weltmärkten wurde auch die Bedeutung der Inter-aktion zwischen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette für die Leistungsfähigkeit von Unternehmen erkannt. Bedarfsgerechte Zulieferungen an die Fertigungslinien der Hersteller von Enderzeugnissen sollten vor allem die Kapitalbindung im Umlaufvermögen senken helfen. Ein entsprechend effizientes System verlangt nach einer intensiven Kommunikation zwischen Unternehmen (Just-in-

Time, Jit). Die informationstechnische Integration von Unternehmen war jedoch aufgrund von Schnittstellenproblemen auf einen weitgehend stabilen und überschaubaren Kreis von Teilnehmern beschränkt.

Eine neue Phase der wirtschaftlichen IuK-Anwendungen wurde im wesentlichen durch das Internet hervorgerufen, weshalb die „New Economy“ gelegentlich auch als „Internetökonomie“ bezeichnet wird. Unter funktionalen Gesichtpunkten gehört vor allem das Electronic-Business („e-Business“) zu den ökonomisch bedeutsamen Neuerungen (Schnorr-Bäcker 2001). Manchmal wird dieser Begriff auch synonym mit dem Begriff „E-Commerce“ verwendet. Es ist jedoch sinnvoll, Unterscheidungen vorzunehmen, die helfen, verschiedene Arten von geschäftlichen Interaktionen auseinander zu halten. E-Business soll als Oberbegriff für alle wirtschaftlichen Aktivitäten, die internetbasiert ablaufen, verwendet werden, während e-Commerce den elektronischen Handel zwischen Unternehmen und Konsumenten bzw. der Unternehmen untereinander bezeichnet (Schnorr-Bäcker 2001). In Tabelle 1.2 werden die Nutzergruppen und die Verbindungen zwischen ihnen in Matrixform dargestellt (Der Bereich des e-Commerce ist grau hinterlegt).

Tabelle 1.2

Anwendungsfelder des E-Business[a)]

	Staat	Wirtschaft	Konsument
Staat	G2G z.B. Informationsaustausch	G2B z.B. Informationen	G2C z.B. Transferabwicklung
Wirtschaft	B2G z.B. Steuerabwicklung	B2B z.B. E-Procurement	B2C z.B. Kundenbestellungen
Konsument	C2G z.B. Einkommenssteuer	C2B z.B. Preisvergleiche	C2C z.B. Auktionen

a) Die „Internet Economy“ wird u.a. wegen der vielen unterschiedlichen Anwendungen und der damit verbundenen spezifischen Anforderungen entsprechend der miteinander in Beziehung stehenden Nutzer klassifiziert. „G2G“ heißt gesprochen eigentlich „Government to Government, „B2B“ „Business to Business und „C2C“ „Consumer to Consumer“. Eine deutsche Übersetzung ist nicht gebräuchlich.

Quelle: Coppel (2000), ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Der größte Teil des E-Commerce findet in der Beziehung „Business to Business“ (B2B) statt. Ca. 70% bis 85% des gesamten elektronischen Handels werden zwischen Unternehmen abgewickelt. In den nächsten fünf Jahren wird diese Form des e-Commerce das e-Business wahrscheinlich auch stärker antreiben als der Handel mit Konsumenten (Copper, 2000: 7).

Die Unternehmen versprechen sich hohe Kosteneinsparungspotenziale durch das internetbasierte Geschäft. Marktransparenz und schnelle Reaktionsmöglichkeiten, preisgünstige Informationen, Kostenreduktionen beim Einkauf und Effizienzsteigerungen bei der Forschung und Entwicklung machen den Einstieg in das B2B Geschäft attraktiv. Da die Kosteneffekte von der Kostenstruktur der jeweiligen Firmen abhängen und damit auch industriespezifisch sind, können die Vorteile nicht leicht berechnet werden. Erste, noch grobe Schätzungen ergeben eine Senkung der Prozesskosten intermediärer Güter um 10-25% (OECD, 2000: 61).

Jenseits der Verheißungen einer „New Economy“ gibt es also auf der Unternehmensebene Gründe genug, die Entwicklungen der Internetwirtschaft zu beobachten und ihre Auswirkungen auf die Produktions- und Geschäftsprozesse zu analysieren. „New Economy“ in diesem Sinne ist kein Phänomen, das auf die IT-Branche oder e-Commerce-Firmen beschränkt bleibt. Sie bietet auch der „Old Economy“ eine Chance, bei der sich die Unternehmen allerdings nicht aussuchen können, ob, sondern nur wie sie sie nutzen wollen.

Eine zusammenfassende und alle wesentlichen Aspekte der „New Economy“ einschließende Definition kann nicht in einem Satz ausgedrückt werden, sondern wird am Besten in Form einer Aufzählung vorgenommen.

Wie die Globalisierung kann die „New Economy“ durch generierende, evolutorische, strukturbildende Elemente sowie durch makroökonomische Effekte definiert werden:

- Das generierende Element der New Economy ist die Informations- und Kommunikationstechnik (i.w.S.) und insbesondere das Internet (i.e.S).
- Der evolutorische Aspekt der New Economy besteht in den Auswirkungen der IuK-Technik auf das Funktionieren der Märkte. Sinkende Informations- und Transaktionskosten bewirken effiziente Marktprozesse.
- Strukturbildende Elemente: Die Effizienz der Arbeitsteilung entlang der Wertschöpfungskette steigt, der Wettbewerb zwischen den Unternehmen nimmt zu, und neue Güter und Dienstleistungen lassen neue Branchen mit überdurchschnittlichen Wachstumspotentialen entstehen.
- Die „New Economy“ wird mit makroökonomischen Effekten verbunden, die insbesondere dann zum Tragen kommen, wenn die Diffusion von Netzwerken messbare externe Effekte

auslöst. Inwieweit dies zu einem höheren Produktivitäts- und Trendwachstum führt, kann gegenwärtig allerdings noch nicht endgültig beantwortet werden.

1.5 Der Maschinenbau im Zeitalter von Globalisierung und „New Economy“

Das Abschätzen der Chancen und Risiken des mittelständischen Maschinenbaus in Deutschland im Zeitalter von Globalisierung und „New Economy“ erforderte eine Definition der selbst in der wissenschaftlichen Diskussion nicht klar umrissenen Begriffe und eine Analyse der Wirkungszusammenhänge, die in den vorangegangenen Abschnitten angeführt wurden. Es zeigte sich, dass beide Phänomene nicht losgelöst von historischen Entwicklungen betrachtet werden können. Es handelt sich trotz der neuen Entwicklungen, die die wirtschaftspolitische Diskussion prägen, eher um eine evolutorischen Prozess.

Die zunehmende internationale Verflechtung der Volkswirtschaften wurde in der Vergangenheit meist durch eine Erschließung von Auslandsmärkten durch Vertriebsniederlassungen und Exporte realisiert. Dies galt vor allem für kleine und mittlere Unternehmen, während Großunternehmen in wichtigen Absatzmärkten schon über Direktinvestitionen in Fertigungsstätten vor Ort waren. Insbesondere in Deutschland bestand länger als in anderen Ländern ein großes Vertrauen in den Produktionsstandort, der für die Herstellung komplexer, technisch anspruchsvoller Erzeugnisse wie dem Maschinenbau besonders geeignet schien. Erst in den achtziger Jahren ist es nicht zuletzt auch wegen des hohen Lohnniveaus zu einem grundlegenden Wandel dieser Einschätzung gekommen. Seit der Rezession Anfang der neunziger Jahre überwiegt eine kritische Bewertung des Standorts Deutschland, und die Bereitschaft, Standortvorteile jenseits der Grenze zu nutzen, ist spürbar angestiegen.

Parallel zu dieser Entwicklung haben internationale politische Initiativen in den neunziger Jahren einem Abbau von Marktzutrittsbarrieren den Weg bereitet. Nationale Märkte haben sich dem internationalen Wettbewerb geöffnet, und verstärkt wird diese Tendenz durch die von der modernen I&K-Technik geschaffenen Möglichkeiten. Die Unternehmen sind zunehmend in der Lage, grenzübergreifend Standortvorteile zu nutzen. Dies gilt nicht nur für die physische Leistungserstellung, sondern auch für interne Dienstleistungen. Selbst für kleine und mittlere Unternehmen ist die regionale Einheit wesentlicher betrieblicher Funktionsbereiche keine zwingende Notwendigkeit mehr. Die zunehmende internationale Arbeitsteilung wird nicht nur extern son-

dern auch unternehmensintern zu einem strukturbildenden Element. In diesem Zusammenhang kommt den mit der EU assoziierten Staaten eine hohe Bedeutung zu.

Die so genannte „New Economy“ wird hier nicht in einer sektoralen Abgrenzung sondern funktional verstanden, auch wenn es einige Branchen gibt, die von den im Zentrum der „New Economy“ stehenden IuK-Technologien in besonderer Weise tangiert werden. Die wesentliche Bedeutung dieser Technologien besteht gerade darin, dass sie alle Wirtschaftsbereiche erfasst und zu einer Verbesserung der Funktionsfähigkeit von Märkten beiträgt. Insofern steht das Phänomen der „New Economy“ in einer komplementären Beziehung zu Globalisierung, die über den Abbau von Marktzutrittsbarrieren den Strukturwandel in der Wirtschaft forciert. In der Tabelle 1.3 sind die Wirkungsbeziehungen von der Globalisierung und der „New Economy“ hin zum strukturellen Wandel aufgezeigt, die die Untersuchung leiten.

Tabelle 1.3

Abgrenzung des Maschinenbaus anhand der Nomenklatur für die Produktion

Unter-suchungs-gegenstand	Generierende Elemente	Evolutorische Elemente	Struktur-bildende Elemente	Erwartete makroöko-nomische Effekte
"New Economy"	Informations- und Kommuni-kationstechnik Einzelstaatliche Ordnungspolitik	Verbesserte Marktfunktionen Schaffung geeig-neter Rahmenbe-dingungen	Zunehmende Arbeitsteilung entlang der Wertschöpfungs-kette Zunehmende Markttranspa-renz Neuartige Leis-tungen und dy-namische Nach-frageexpansion	Steigende Pro-duktivität Stärkeres Wachstum
Globalisierung	Internationale politische Initiati-ven Informations- und Kommuni-kationstechnik Einzelstaatliche Ordnungspolitik	Abbau von Marktzutrittsbar-rieren Schaffung geeig-neter Rahmenbe-dingungen	Zunehmende internationale intra- und inter-sektorale Ar-beitsteilung Zunehmender internationaler Wettbewerb Effizientere Allo-kation der Res-sourcen	Internationalisie-rung von Unter-nehmen Spezialisierung Nutzung externer und interner Skaleneffekte

Quelle: ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

2 Struktur und Entwicklung des Maschinenbaus in Deutschland

Im ersten Kapitel der Studie wurde der Versuch unternommen, den Maschinenbau in einer umfassenden Weise als die Branche zu definieren, die Maschinen, und Anlagen zur Ausrüstung von Produktionsprozessen liefert. Hierbei wurde nicht nur auf Enderzeugnisse bezug genommen, sondern auch komplexe Komponenten, die als Original Equipment Manufacturing-Teile (OEM) für die technische Ausgestaltung von Fertigungsprozessen zum Einsatz kommen, subsumiert. Für diesen Maschinenbau im weiteren Sinne (i.w.S.) werden in Unterkapitel 2.1 zentrale ökonomische Kennziffern für Teilbranchen daraufhin untersucht, ob es Anhaltspunkte für gravierende Unterschiede in der Struktur zwischen dem Maschinenbau (i.e.S.) und den in der erweiterten Betrachtungsweise hinzukommenden Bereichen gibt. Als Ergebnis ist zunächst festzustellen, dass es sich schon beim Maschinenbau (i.e.S.) um eine heterogene Branche handelt, zwischen deren Fachzweigen es große Unterschiede in der Arbeitsproduktivität und der durchschnittlichen Unternehmensgröße gibt. Die bei der erweiterten Betrachtungsweise hinzukommenden Bereiche passen – abgesehen von einer Ausnahme – in die vom Maschinenbau (i.e.S.) aufgespannte Varianz.

Die weiteren Untersuchungen beziehen sich auf den Faktoreinsatz im Maschinenbau (i.e.S.). Eines der zentralen Ergebnisse ist, dass die Arbeitskosten pro Kopf höher als im Durchschnitt der Industrie liegen, während auf der anderen Seite aber die Arbeitsproduktivität und die Kapitalintensität niedriger sind. Hieraus ergibt sich ein Themenkomplex, der im weiteren Verlauf in Hinblick auf seine Ursachen und seine Implikationen für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen in dieser Branche zu untersuchen ist.

Auf einige Ursachen für die hohen Arbeitskosten je Beschäftigten wird in Unterkapitel 2.2 eingegangen. Die zentrale Erklärung ergibt sich aus dem im Vergleich mit der Industrie hohen Anteil an Facharbeitern, qualifizierten Technikern und Ingenieuren. Diese Besonderheit steht in einem engen Zusammenhang mit dem Leistungsangebot der Branche, das durch die hohe Bedeutung von technisch anspruchsvollen Erzeugnissen geprägt ist, die vielfach in Einzel- oder Kleinserienfertigung hergestellt werden.

Die Stärke des deutschen Maschinenbaus auf den Weltmärkten beruht auch auf seiner Einbindung in ein international wettbewerbsfähiges Cluster der Metallverarbeitung. Die intraindustrielle Arbeitsteilung der Branche wird in Unterkapitel 2.3 untersucht. Sie ist in Deutsch-

land durch ein konzentriertes und differenziertes Angebot an Vorleistungen gekennzeichnet, was für den Maschinenbau der auf die Zulieferung von komplexen, technisch hochwertigen Komponenten angewiesen ist, eine Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenten aus anderen Ländern bedeutet.

Neben der Inputseite, bei der die Metallindustrie eine herausragende Rolle als Lieferant für den Maschinenbau einnimmt, ist auf der Outputseite das gesamte Verarbeitende Gewerbe als Abnehmer in einer entsprechend wichtigen Position. Der Großteil der Vor- oder Endprodukte wird in die Industrie geliefert, die am Standort Deutschland aufgrund des Kostendrucks ein großes Interesse an einer leistungsfähigen, Arbeit sparenden Fertigungstechnik besitzt. Auch wenn der Standort Deutschland für die industrielle Produktion in den neunziger Jahren an Bedeutung verloren hat, bleibt das Wechselspiel zwischen den Anbietern und inländischen Nachfragen von Fertigungstechnik immer noch ein gewichtiger Ideengeber für Prozessinnovationen.

Der Maschinenbau wird in der wirtschaftspolitischen Diskussion im Allgemeinen als eine durch kleine und mittlere, von Eigentümern geführten Unternehmen geprägte Branche beschrieben. Dies Bild ist nach der Komplexität der Struktur der Branche nicht angemessen. Traditionell spielen auch Konzerne und Beteiligungsgesellschaften eine wichtige Rolle, insbesondere Letztere treten in Form von Familiengesellschaften - die sie häufig auch sind - in der Öffentlichkeit kaum in Erscheinung. In Kapitel 2.4 wird auf Veränderungen bei den Unternehmensstrukturen eingegangen. Die Bedeutung der sich abzeichnenden Tendenzen, die gerade bei verflochtenen Unternehmen erwähnenswert sind, werden für die Wettbewerbsfähigkeit des Maschinenbaus abgeschätzt. In diesem Kontext wird auch ein Phänomen der Globalisierung untersucht, nämlich die Öffnung der Finanzmärkte und die damit einhergehende internationale Angleichung der Rahmenbedingungen. Insbesondere das Basel II-Abkommen ist zu nennen, wenn der Strukturwandel auf Unternehmensebene analysiert wird.

2.1 Die Position des Maschinenbaus in der deutschen Industrie

Für die Abgrenzung der Branche im Rahmen der Studie wird von einer umfassenderen Definition ausgegangen, als sie beispielsweise vom deutschen Maschinenbauverband (VDMA) verwendet wird und hier als Abgrenzung des Maschinenbaus im engeren Sinne (i.e.S.) verstanden wird. Als wichtiges Kriterium für die Zuordnung von Erzeugnisgruppen zum Maschinenbau wurde die Eigenschaft betrachtet, inwieweit es sich um Investitionsgüter oder Komponenten handelt, die im Wesentlichen für industrielle Produktionsprozesse Verwendung finden. In Ta-

belle 2.1 ist die Struktur der Branche entsprechend den Drei- und Vierstellern der Nomenklatur der europaweit harmonisierten

Tabelle 2.1

Strukturdaten für den Maschinenbau (i.w.S.) im Jahr 1999

NACE (Rev.1)	Bezeichnung	Produktion in Mrd. Euro	Anteil in %	Wertschöpfung je Besch. in 1000 Euro	Abeitskosten je Besch. in 1000 Euro	Besch. je Unternehmen, Anzahl
28.3	H. v. Dampfkesseln	3,6	0,0	51,0	40,1	111
28.62	H. v. Werkzeugen	5,1	2,2	52,4	31,2	225
29.1	H. v. Maschinen für die Erzeugung und Nutzung von mechanischer Energie	25,9	15,9	54,8	39,1	200
29.2	H. v. sonstigen Maschinen für unspezifische Verwendungen	30,4	18,6	58,8	36,9	114
29.3	H. v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	4,5	2,8	60,7	33,4	134
29.4	H. v. Werkzeugmaschinen	15,1	9,3	55,9	38,0	126
29.5	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	36,4	22,3	56,1	35,0	126
31.1 und 31.2	H. v. Elektromotoren, Transformatoren, Generatoren etc. H. v. Geräten zur Elektrizitätsverteilung und Schalteinrichtunge	31,4	19,3	80,0	40,7	153
33.2	H. v. Mess-, Kontroll-, Navigationsgeräten u.ä. Instrumenten	11,7	7,2	54,7	37,3	126
33.3	H. v. industriellen Prozesssteuerungsanlagen	1,1	0,7	54,9	39,8	94
Maschinenbau (i.e.S.)		**112,3**	**68,9**	**60,0**	**37,3**	**145**
Maschinenbau (i.w.S.)		**163,1**	**100,0**	**56,6**	**37,0**	**138**

Quelle: Statistisches Bundesamt; ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Produktionsstatistik darstellt. Wesentlich ökonomische Kennziffern zeigen, dass zwischen den einzelnen Segmenten zwar nennenswerte Unterschiede bestehen, die auf eine heterogene Branche hinweisen. Dies ist jedoch nicht das Ergebnis der im Rahmen dieser Studie verwendeten erweiterten Abgrenzung des Maschinenbaus (i.w.S.). Große Unterschiede lassen sich auch innerhalb der vom deutschen Maschinenbau verwendeten Abgrenzung (i.e.S.) der Branche feststellen.

Die Aggregation der Segmente zu den beiden Abgrenzungen des Maschinenbaus zeigt, dass die Werte für die ausgewählten ökonomischen Indikatoren, wie die Arbeitskosten und die Wertschöpfung je Beschäftigten, für die im engeren Sinne definierte Branche nicht in problematischer Weise von den Werten für den Maschinenbau im weiteren Sinne abweichen. Dies ist ein für die weitere Arbeit insofern wichtiges Ergebnis, als für eine Reihe von für die Analyse wichtigen Variablen nur für den Maschinenbau im engeren Sinn vorliegt. Der Maschinenbau (i.w.S.) beschäftigte 1,35 Mio. Erwerbstätige, die im Jahr 1999 einen Produktionswert von 163 Mrd. Euro erzeugten, was einem Anteil von rund 15% am Produktionswert des gesamten Verarbeitenden Gewerbes entsprach.

Der Maschinenbau ist Lieferant von Fertigungstechnik. Die Qualität seines Angebots ist eine wesentliche Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit seiner Kunden. Dementsprechend war er noch nie nur Lieferant von „physischen“ Gütern, sondern immer schon Problemlöser. Dienstleistungen haben deshalb eine hohe Bedeutung für den Maschinenbau besessen, auch wenn Engineering und andere Dienstleistungen meist nur implizit dem Kunden in Rechnung gestellt werden.

Im Vergleich mit der Industrie hat diese Besonderheit des Leistungsangebots des Maschinenbaus Auswirkungen auf die Produktionsfunktion der Branche. Der Maschinenbau ist gegenüber der Industrie durch eine unter dem Durchschnitt liegende Arbeitsproduktivität gekennzeichnet. Für den Maschinenbau (i.w.S.) liegt die Wertschöpfung je Beschäftigten 4% unter dem Mittelwert für die Industrie. Auffällig sind in diesem Kontext die vergleichsweise hohen Arbeitskosten je Beschäftigten, die einerseits zwar Ausdruck einer von Qualifikation und Know-how getragenen Produktion sind, aber andererseits auf eine hohe Kostenbelastung

hinweisen, die die Branche im Preiswettbewerb angreifbar macht.[1] Für den Maschinenbau (i.w.S.) liegen die gesamten Lohn- und Gehaltskosten 7% über dem Durchschnittswert für die Industrie.

Eine eingehendere Betrachtung des Faktoreinsatzes für den Maschinenbau (i.e.S.) zeigt, dass die Branche vergleichsweise arbeitsintensive Produktionsprozesse aufweist. Der Kapitaleinsatz je Beschäftigten ist niedriger als im Mittel der Industrie, und in Übereinstimmung mit der Theorie liegt die Kapitalproduktivität über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (Tab. 2.2).

Tabelle 2.2

Eckdaten zum Faktoreinsatz im Maschinenbau (i.e.S.) im Jahr 2000

Indikator	Einheit	Wert	in % der Industrie
Wertschöpfung je Beschäftigten	1000 Euro	56,6	96
Arbeitskosten je Beschäftigten	1000 Euro	37,3	107
Kapitaleinsatz je Beschäftigten[a)]	1000 Euro	79,8	71
Kapitalproduktivität[b)]	Euro je Euro	314	145
a) Bruttoanlagevermögen in Preisen von 1991 b) Wertschöpfung je Einheit Bruttoanlagevermögen.			

Quelle: Statistisches Bundesamt; ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Diese Besonderheit der Produktionsfunktion gilt nicht nur für den Maschinenbau in Deutschland. Auch der Maschinenbau in anderen Ländern weicht meist gegenüber der jeweils nationalen Industrie in ähnlicher Weise vom Durchschnitt ab, die Kapitalintensität und die Arbeitsproduktivität sind niedriger, während die Arbeitskosten höher als im Verarbeitenden Gewerbe sind[2] (Tab. 2.3).

---

[1] Der weltweite Einbruch der Nachfrage nach Investitionsgütern in der ersten Hälfte der neunziger Jahre hat deutsche Maschinenbauer u.a. auch deshalb in eine schwierige Lage gebracht, weil die Preiswettbewerbsfähigkeit durch ein zweimalige kräftige Aufwertung der DM stark gelitten hatte.

[2] Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Karl Lichtblau und Iris Stolte (2001: 121ff).

Interessanterweise galt dieser Zusammenhang u.a. auch für den Maschinenbau in Italien, das im internationalen Wettbewerb neben Deutschland und Japan zu den erfolgreichsten Anbieternationen gehört.[1] Als Erklärung für dieses für den Maschinenbau in vielen Ländern zutreffende Phänomen bieten sich die Anforderungscharakteristika des Leistungsangebots an, die zu einer spezifischen Ausprägung der Produktionsfunktion führen. Es wird die Hypothese aufgestellt, dass in Sachgüter inkorporierte Dienstleistungen im Maschinenbau einen gegenüber anderen Branchen hohen Anteil besitzen. Die Aufgabe des Maschinenbaus, für Kunden angepasste Lösungen zur Realisierung effizienter Fertigungsprozesse zu liefern, erfordert in großem Umfang den Aufbau entsprechenden Know-hows und die ingenieurwissenschaftliche Umsetzung in physische Produkte. Im Zusammenhang mit den sich permanent ändernden Anforderungen der verschiedenen Kunden sind nur in begrenztem Umfang Skaleneffekte realisierbar, die sich zusätzlich positiv auf die Produktivität auswirken.

Tabelle 2.3

Der Maschinenbau in ausgesuchten Ländern im Vergleich

Land	Durchschnitt der Jahre 1995-1999	
	Arbeitsproduktivität in %[a), b)]	Arbeitskosten in %[b)]
Deutschland	96,2	115,4
USA	120,2	94,0
Japan	140,8	119,0
Italien	99,0	124,9
Frankreich	71,8	107,3
Großbritannien	110,0	104,0
Spanien	84,2	102,8

a) Wertschöpfung je Beschäftigten und Jahr.
b) Gemessen am Durchschnitt der Industrie in %.

Quelle: VDMA; OECD; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

[1] Für Japan ergeben sich im Vergleich mit der inländischen Industrie allerdings andere Verhältnisse. Insbesondere die Arbeitsproduktivität je Beschäftigten ist höher als im Industriedurchschnitt. Der japanische Maschinenbau hat sich jedoch auch besonders erfolgreich auf den Märkten für Serienerzeugnisse behaupten können.

Die Struktur der Betriebe des Maschinenbaus (i.e.S.) weist in der jüngeren Vergangenheit keine gravierenden Verschiebungen bei den Größenklassen auf. Die Zahl der Betriebe bis 100 Beschäftigte hat in den Jahren zwischen 1995 und 2000 leicht zugenommen, während sie bei den größeren Betrieben rückläufig war (Tab. 2.4). Gegenüber dem gesamten Verarbeitenden Gewerbe zeigt die Betriebsgrößenstruktur des Maschinenbaus keine zu interpretierenden Unterschiede.

Tabelle 2.4

Betriebsgrößenstruktur im Maschinenbau (i.e.S.)

Zahl der Beschäftigten von ... bis ...	Maschinenbau				Verarbeitendes Gewerbe	
	1995[a)]		2000[a)]			
	Zahl der Betriebe	Anteile in %	Zahl der Betriebe	Anteile in %	Zahl der Betriebe	Anteile in %
20 – 49	2.362	39,0	2.577	41,1	18.983	44,6
50 – 99	1.550	25,6	1.611	25,7	10.674	25,1
100 – 199	1.028	17,0	1.019	16,2	6.487	15,2
200 – 299	419	6,9	416	6,6	2.491	5,9
300 – 499	339	5,6	337	5,4	1.926	4,5
500 – 999	225	3,7	198	3,2	1.284	3,0
1000 u.m.	128	2,1	114	1,8	699	1,6
Gesamt	6.051	100,0	6.272	100,0	42.544	100,0

a) Stand zum September des jeweiligen Jahres.

Quelle: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

2.2 Beschäftigung und Qualifikation

2.2.1 Strukturen des Beschäftigungswandels

Der Maschinenbau (i.e.S.) hat für den Arbeitsmarkt der Bundesrepublik Deutschland erhebliche Bedeutung. Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes war dieser Sektor im Jahr 1998 mit 987.000 Beschäftigten der größte Arbeitgeber und lag damit noch vor dem Fahrzeugbau, der chemischen Industrie oder der Elektrotechnik (Statistisches Bundesamt 2000). Die Rezession der Jahre 1992 bis 1994 hatte – wie in anderen Branchen auch – zu einem erheblichen Beschäftigungsrückgang geführt. Allein in diesen Zeitraum reduzierte sich die Zahl der Beschäftigten um ca. 20%. Inzwischen scheinen die Negativtrends des Branche der Vergangenheit anzugehören. Produktion und Wertschöpfung haben sich seit 1995 erholt. Nur auf dem Arbeitsmarkt war von dieser Entwicklung nicht viel zu spüren. Beschäftigungszahlen in Höhe von 1,2 Millionen wie im Jahr 1992 sind Geschichte. Daran zeigt sich, dass die Rezession zu Beginn der neunziger Jahre nicht nur konjunkturelle, sondern auch strukturelle Ursachen hatte. Es offenbarte sich eine über zyklische Abschwungtendenzen hinausweisende Produktivitätskrise, zu deren Bewältigung strategische Maßnahmen notwendig waren, die sich nachhaltig auf die Beschäftigungshöhe und –struktur auswirkten. In Angriff genommen wurde die Erneuerung der Produktionsstrukturen, die Verbesserung der Produktionstechniken sowie die Betriebs- und Shop-floor-Reorganisation und die Ausweitung der grenzüberschreitenden Produktionsnetzwerke (Widmaier 1998).

An dieser Stelle sollen die Charakteristika der Beschäftigung im Maschinenbau untersucht werden. Die Basis dafür bietet die Beschäftigungsstatistik der Bundesanstalt für Arbeit und das NIFA-Panel[1]. Die Beschäftigtenstatistik umfasst alle sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftzweigen und Berufen. Mit dem NIFA-Panel wird eine Vielzahl von Fragestellungen abgedeckt, die sich auf die Personalstruktur, die Produktions- und Fertigungstechnik, die Betriebsorganisation und Weiteres bezieht (vgl. Widmaier 2000). Eine Plausibilitätsprüfung der Beschäftigtenstruktur des NIFA-Panels, das eine Stichprobe aus dem Maschinenbau ist, wird anhand der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Übersicht 2.1 dargestellt.

[1] „NIFA“ ist die Abkürzung für einen Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgesellschaft an der Universität Bochum. Der Bereich führte bis 1998 Erhebungen zum Thema „Neue Informationstechnologien und flexible Arbeitssysteme“ durch.

Die Charakteristiken des Produktprogramms und des Fertigungsprozesses spiegeln sich in der Personal- und Qualifikationsstruktur unterschiedlicher Industriebranchen wider. Der deutsche Maschinenbau gilt als Hersteller technisch hochwertiger und spezifischer, auf Kundenwünsche zugeschnittener Produkte, der auf vielen Märkten internationale erfolgreich ist. Die Daten des NIFA-Panels zeigen, dass die Bedeutung der Unikatfertigung im Fertigungsprogramm über die Jahre stabil hoch war. Im Jahr 1998 machte sie ca. 37% des Umsatzes aus, während der Anteil von Großserien- oder Massenfertigung zusammen 20% betrug. Das Fertigungsprogramm mit einem Schwergewicht auf Kundenspezifikation, Produktdifferenzierung und technische Sonderfertigung lässt sich nur verwirklichen vor dem Hintergrund einer Personalstruktur mit hohem Anteil an Fachkräften.

Übersicht 2.1

Mit der von der Berufsklassifikation der Bundesanstalt für Arbeit verwendeten Berufsklassifikation werden die ausgeübten Tätigkeiten erfasst. Statistiken auf dieser Basis lassen keinen eindeutigen Schluss auf die formalen Bildungsabschlüsse, die Stellung im Beruf oder im Betrieb, die Lohn- und Gehaltsgestaltung usw. der Erwerbstätigen zu. Im NIFA-Panel werden Berufe nicht erhoben. Stattdessen werden die Mitarbeiter in Gruppen eingeteilt, die sowohl durch das Kriterium der Ausbildungsabschlüsse (z.B. Facharbeiter), der Stellung im Betrieb (z.B. Meister) als auch auf der ausgeübten Tätigkeit beruhen. Diese Gruppierung wird jedoch nur für das Personal des Produktionsbereiches vorgenommen, der Verwaltungsbereich ist in Hinblick auf die Zahl der Beschäftigten, nicht jedoch in seiner funktionalen oder qualifikationsbezogen Zusammensetzung bekannt. Ein Strukturvergleich zwischen den Daten der Bundesanstalt für Arbeit und den Daten des NIFA-Panels kann also nur Plausibilitäten prüfen. Unter diesem Vorbehalt zeigt der in der folgenden Tabelle dargestellte Strukturvergleich eine weitgehende Übereinstimmung der beiden Datenquellen.

Vergleich der Beschäftigtenstrukturen des Jahres 1997

Beschäftigtenstruktur des Maschinenbaus	Bundesanstalt für Arbeit	NIFA-Panel
	Anteile in %	
Industrielle Fachkräfte	60,0	58,9
Techniker	10,2	10,9
Ingenieure	6,2	6,5
Dienstleistungsberufe	22,7	20,4
Sonstige Berufe	1,0	3,3

Quelle: Daten des NIFA-Panels, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte BfA, Berechnungen des ifo Instituts.

Ende der neunziger Jahre sind die Facharbeiter eindeutig die größte Beschäftigtengruppe im Maschinenbau. Im Durchschnitt der Betriebe waren etwas über 40% des Personals Facharbeiter (vgl. Tab. 2.5). In der Fertigung[1] belief sich dieser Anteil sogar auf ca. 65%. Die Facharbeiteranteile sind in den kleinen und mittleren Betrieben höher als in den großen Betrieben, was auch mit den unterschiedlichen Schwergewichten beim Fertigungsprogramm in Verbindung gebracht werden muss. Große Betriebe bestreiten einen deutlich größeren Anteil ihres Umsatzes mit Großserien oder Massenfertigung und können daher mit mehr An- oder Ungelernten produzieren.

Tabelle 2.5

Personalstruktur im Maschinenbau

Mitarbeitergruppen	1994	1998
	Anteile in Prozent	
Facharbeiter	40,1	42,7
Angelernte Fachkräfte	9,1	10,1
Ungelernte gewerbliche Mitarbeiter	5,5	5,7
Meister/ Vorarbeiter	4,0	4,1
Ingenieure	6,1	7,2
Sonstige technische Angestellte	7,2	7,1
Sonstige Mitarbeiter	2,7	3,0
Mitarbeiter in der Verwaltung	25,3	20,2
Gesamt	100	100

Quelle: Daten des NIFA-Panels, Berechnungen des ifo Instituts.

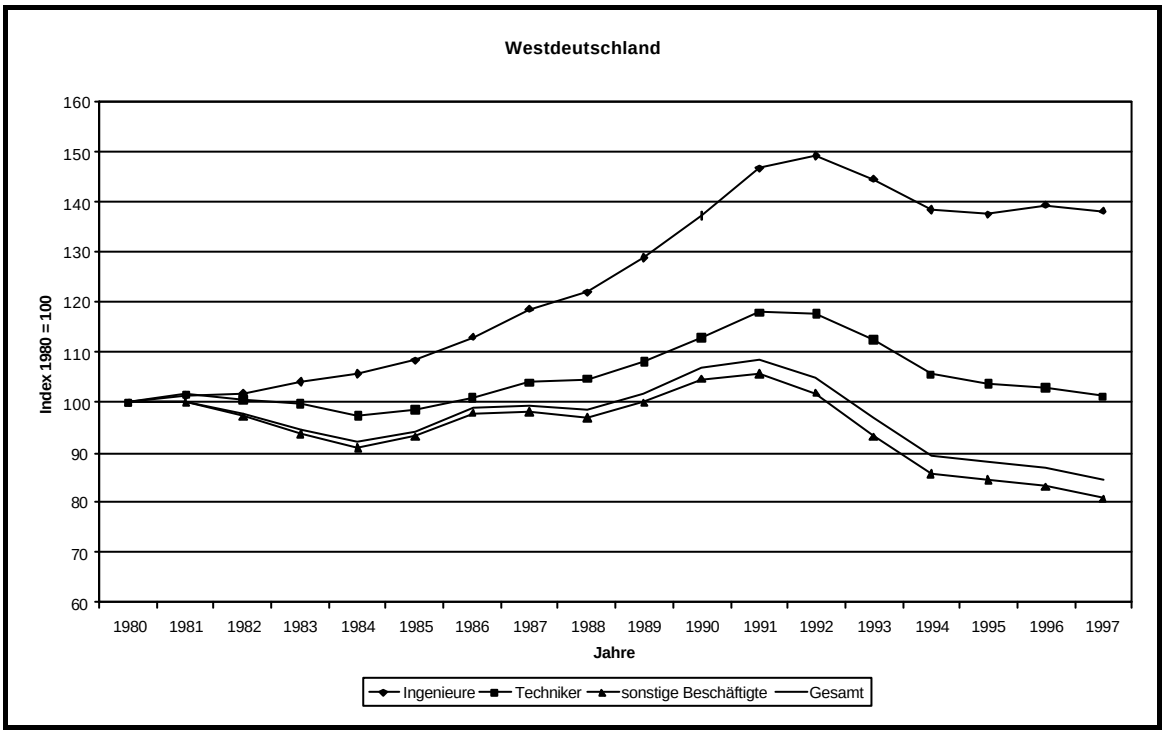
Generell konnten jedoch Befürchtungen, der Personaleinsatz könnte sich im Zuge eines zunehmenden Einsatzes neuer computergestützter Techniken in Richtung auf Arbeitssysteme bewegen, die vor allem auf angelernte oder ungelernte Arbeitskräfte abstellten, nicht bestätigt werden. Auch im Zusammenhang mit den modernisierten Produktionstechniken wurden die traditionellen Facharbeiterqualifikationen für die Masse der Arbeitsplätze bisher nicht überflüssig.

[1] Personal ohne Verwaltung und fertigungsnahe Dienstleistungen

Die besonderen Anforderungen an Konstruktions-, Planungs-, und Kontrollleistungen im Maschinenbau spiegeln sich auch an den Anteilen der beschäftigten Ingenieure und sonstigen technischen Angestellten wider. Ingenieure und Techniker haben eine wachsende Bedeutung beim Personaleinsatz und der Qualifikationsstruktur der Branche. Über einen längeren Zeitraum betrachtet hat sich insbesondere die Zahl der Ingenieure anders als das Aggregat der Gesamtbeschäftigung entwickelt. Das zeigen die Zeitreihen, die aus der Auswertung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Branchen und tief gegliederten Berufen (Bundesanstalt für Arbeit) gewonnen wurden (vgl. Abb. 2.1)[1].

Abbildung 2.1

Entwicklung ausgewählter Beschäftigtengruppen im Maschinenbau



Quelle: Bundesanstalt für Arbeit, ifo Institut für Wirtschaftsforschung

[1] Die Möglichkeiten und Beschränkungen dieser Statistik werden in Übersicht 1 dargestellt.

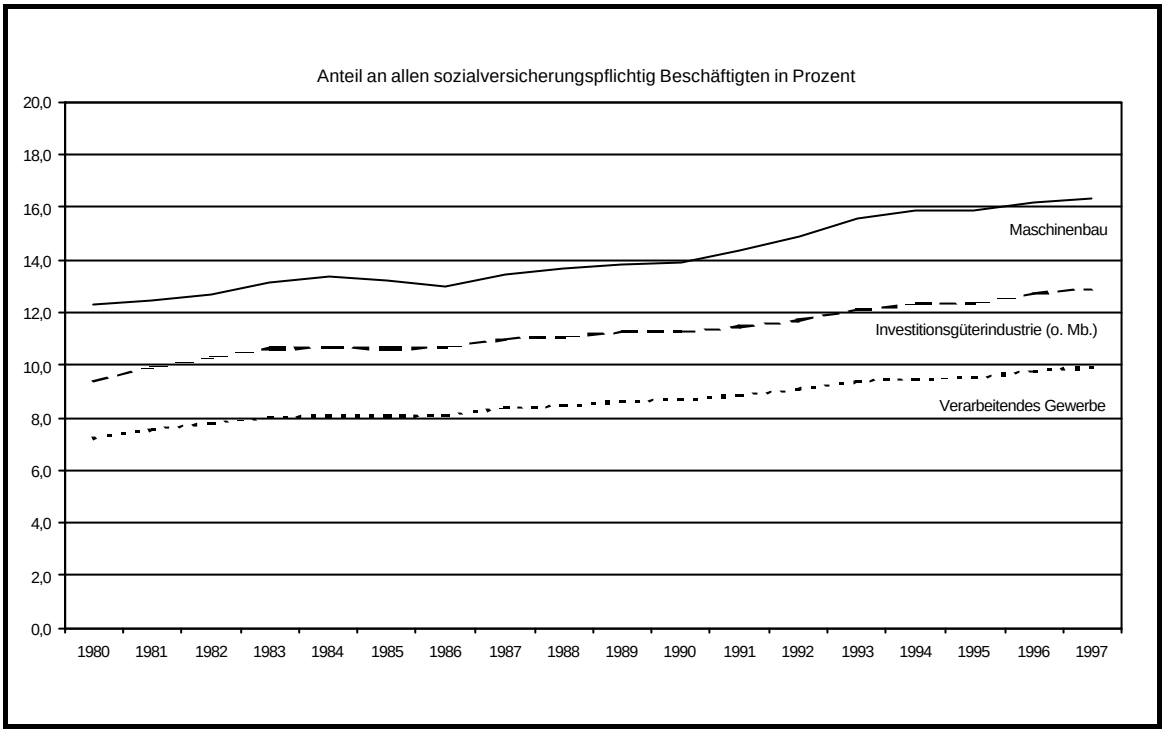
In den achtziger Jahren stieg die Ingenieursbeschäftigung im Maschinenbau ständig und mit hohen Zuwachsraten an. Konjunkturelle Schwankungen schlagen sich bei dieser Gruppe erst mit dem allgemeinen und steilen Beschäftigungsrückgang nach dem Jahr 1992 nieder. Jedoch ist dieser Rückgang auf zwei Jahre beschränkt. Anders als die allgemeine Personalentwicklung des Maschinenbaus stabilisiert sich die Ingenieurbeschäftigung ab dem Jahr 1995.

Die Entwicklung der Ingenieurbeschäftigung liegt im Trend des Strukturwandels und der Veränderung des Qualifikationsprofils des Humankapitals, wie dies für ein Hochtechnologie- und Hochlohnland wie die Bundesrepublik Deutschland typisch ist. Anhand der Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit hat Lichtblau (1998) belegt, dass die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ohne Berufsausbildung im Zeitraum von 1980 bis 1996 deutlich gesunken ist und qualifizierte Beschäftigungsgruppen erhebliche Anteilsgewinne aufweisen (Lichtblau, 1998). Für den Maschinenbau errechnen sich bei einem Beschäftigungsrückgang von 13% in diesem Zeitraum Verluste der Beschäftigungsgruppe ohne Berufsabschluss von 51%. Der Anteil von Personen mit Hoch- bzw. Fachhochschulabschluss stieg dagegen um 64% an. Diese Entwicklung der Qualifikationsstrukturen teilt der Maschinenbau mit anderen Branchen des verarbeitenden Gewerbes (Lichtblau 1998: 17).

Der Maschinenbau, als Hersteller von Produkten mit hohem Technologiegehalt bei ausgeprägter technischer und kundenbezogener Produktdifferenzierung, beschäftigt relativ mehr qualifizierte Ingenieure und Techniker als andere Branchen des verarbeitenden Gewerbes oder der sonstigen Investitionsgüterindustrie. Abbildung 2.2 zeigt die Beschäftigungsanteile dieser Berufsgruppen auf Basis der Statistik der Bundesanstalt für Arbeit. Die Anteile der Ingenieure und Techniker entwickeln sich über den gesamten betrachteten Zeitraum beinahe parallel und mit fast ausnahmslos jährlich steigenden Werten. Mit ca. 16% liegen die Beschäftigungsanteile der Ingenieure und Techniker im Maschinenbau deutlich über dem sonstigen Investitionsgütergewerbe (ca. 13%) und dem verarbeitenden Gewerbe (ca. 10%).

Abbildung 2.2

Ingenieure und Techniker im Maschinenbau



Quelle: Bundesanstalt für Arbeit, ifo Institut für Wirtschaftsforschung

2.2.2 Veränderte Anforderungsprofile bei Ingenieuren.

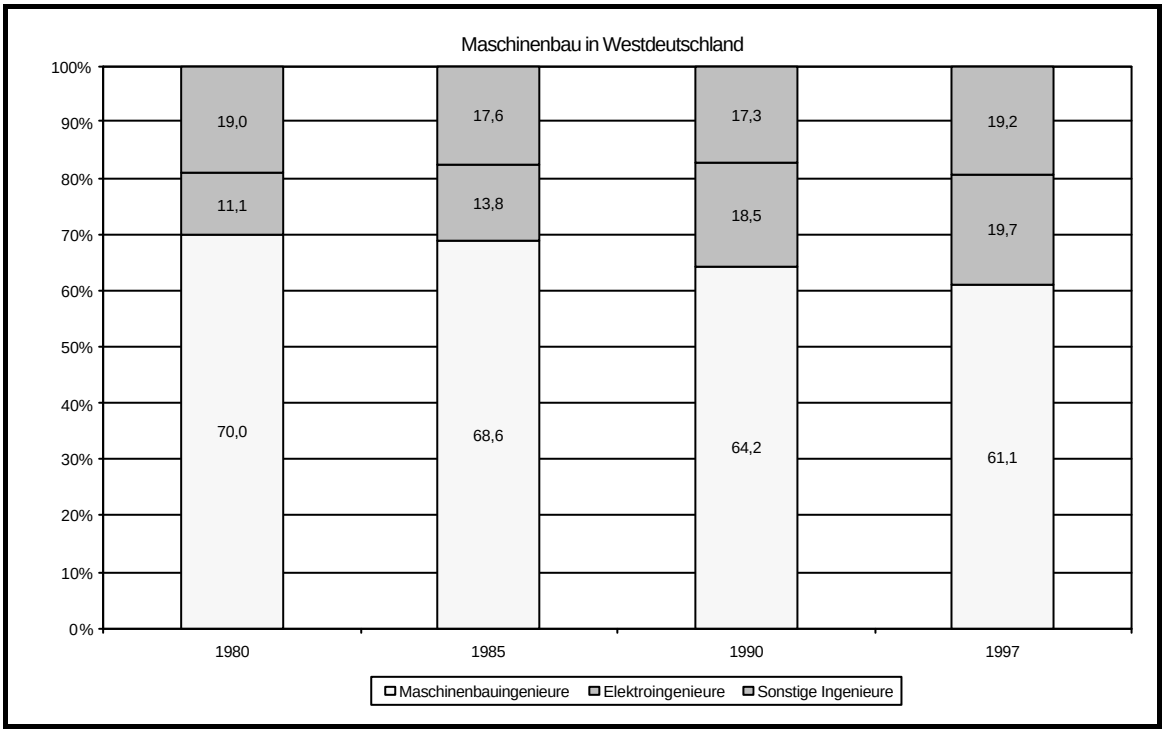
Die Struktur des Anforderungsprofils der Ingenieure im Maschinenbau hat sich aufgrund der technologischen Entwicklungslinien und des technischen Gehalts der Produkte in den letzten Jahrzehnten gewandelt. Mit der „Elektronifizierung“ der Produkte hat sich auch im Maschinenbau eine neue Gruppe von Akteuren herausgebildet. Es handelt sich dabei um technische Fachkräfte mit einer besonderen Qualifikation zur Erstellung von elektronischen Bauteilen, Computertechnik und Sensorik in Maschinen und Fertigungssysteme (Kurz 2000: 36). Berufsstatistiken sind nicht flexibel genug, um die Veränderungen sowohl in ihrer ganzen Dynamik als auch in ihrem ganzen Ausmaß präzise widerzugeben. Dennoch zeigt auch eine Analyse auf Basis der Berufe sozialversicherungspflichtig Beschäftigter, dass sich im Maschinenbau eine Veränderung der fachlichen Strukturen der Ingenieursbeschäftigung vollzogen hat (vgl. Abb. 2.3). Traditionell hat der überwiegende Teil der Ingenieure ein Maschinenbaustudium absolviert. Zu Beginn der achtziger Jahre waren dies noch 70% der Beschäftigten dieser Berufs-

gruppe. Die sonstigen Ingenieure, zu denen Fertigungsingenieure und Betriebsingenieure ohne Maschinenbauausrichtung, Refa-Ingenieure und andere gehören, waren die zweitstärkste Gruppe. Die fachliche Zusammensetzung hat sich inzwischen - bei bleibender Dominanz der Maschinenbauingenieure - ganz eindeutig in Richtung der Elektroingenieure verschoben. Ein Fünftel der Ingenieure im Maschinenbau ist der Fachrichtung Elektrotechnik zuzuordnen und ist in der Tendenz wachsend.

Diese Aussagen werden auch von einer Erhebung des VDMA gestützt (VDMA 1998). Danach ist die Zahl der Elektroingenieure von 1995 bis 1998 überdurchschnittlich um 28% gestiegen, womit sich auch der Anteil der Elektroingenieure weiter erhöht hat.

Abbildung 2.3

Fachliche Strukturen der Ingenieurqualifikation



Quelle: Bundesanstalt für Arbeit, ifo Institut für Wirtschaftsforschung

2.2.3 Gibt es einen Ingenieurmangel?

Für den Maschinenbau insgesamt und in den auf Unikat- oder Kleinserienfertigung spezialisierten Betrieben im Besonderen ist der Bildungs- und Arbeitsmarkt für Ingenieure der Fach-

richtungen Maschinenbau und Elektrotechnik von erheblicher Bedeutung. Im Zuge der Diskussion um den Mangel bei IT-Fachkräften und der Einführung der „Green Card“ für diese Qualifikationsgruppe wurde auch von Unternehmen der deutschen Elektro- und Maschinenbaubranche Forderungen nach einer Ausweitung der Öffnung der Arbeitsmärkte für Ingenieure in die Öffentlichkeit getragen. Begründet wurden die Forderungen mit einem akuten Mangel an Ingenieuren aufgrund eines steigenden Ersatzbedarfs, den Einstieg in neue Geschäftsfelder und den Innovationsbedarf bei neuen Technologien, was zusammengenommen einen „Rekord“-Bedarf für Ingenieure hervorrufen würde.

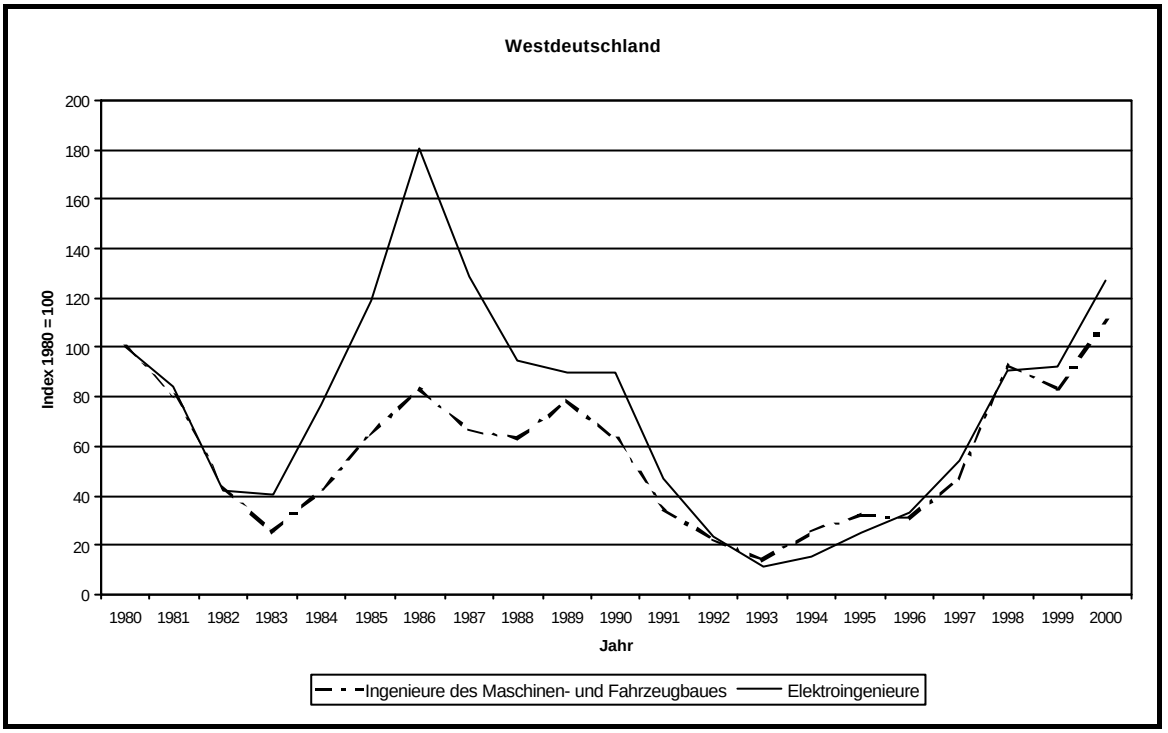
Informationen über den tatsächlichen und von den Betrieben durch aktives Suchen zum Ausdruck gebrachten Bedarf an Fachkräften sind nur sehr schwer zu bekommen. Zwar veröffentlicht die Bundesanstalt für Arbeit regelmäßig das Stellenangebot nach Berufen, nach Branchen oder anderen Merkmalen, kann aber dabei nur jenen Teil der vorübergehend oder länger nicht befriedigten Nachfrage belegen, der von den Unternehmen gemeldet wird. Da es keine Meldepflicht gibt, bleibt ein erheblicher Teil der Arbeitsnachfrage im Dunklen. Seit 1989 (Westdeutschland) bzw. 1992 (Ostdeutschland) werden Umfang, Struktur und Entwicklung des gesamtwirtschaftliche Stellenangebots auf der Basis von Repräsentativerhebungen geschätzt (vgl. Magvas, Spitznagel 2001).

In Abbildung 2.4 wird die Entwicklung der gemeldeten offenen Stellen für die Berufsgruppen der Ingenieure (Maschinen und Fahrzeugbau) und Elektroingenieure über einen Zeitraum von zwanzig Jahren dargestellt. Offensichtlich ist die konjunkturelle Schwankung der Meldungen. Zu Beginn der neunziger Jahre kam es zu einem drastischen Rückgang der (gemeldeten) Nachfrage, der nach drei Jahren abgefangen wurde. Gegen Ende des Beobachtungszeitraumes werden wieder genauso viele bzw. mehr Personen mit diesen speziellen Ingenieursqualifikationen nachgefragt wie zu Beginn.[1] Daraus allein lässt sich noch kein Mangel an Fachkräften allgemein oder speziell für den Maschinenbau ablesen. Dazu müsste die tatsächliche (und nicht nur gemeldete) Nachfrage dem tatsächlichen Angebot gegenübergestellt werden. Die Ergebnisse der erwähnten Repräsentativbefragung zeigen, dass nur ca. ein Viertel der Nachfrage nach qualifizierten Angestellten dem Arbeitsamt gemeldet wird (Magvas, Spitznagel 2001: 4).

[1] Im September 2000 gab es in Westdeutschland ca. 5.000 offene Stellen für Maschinen- und Fahrzeugbauingenieure und 3.800 für Elektroingenieure).

Abbildung 2.4

Gemeldete offene Personalstellen nach Berufen



Quelle: Bundesanstalt für Arbeit; Berechnungen des ifo Instituts.

Die Anzahl der gemeldeten Stellen für beide Ingenieursgruppen entspricht in etwa der Zahl der gemeldeten Arbeitslosen unter 50 Jahren mit einem Hochschul- bzw. Fachhochschulabschluss (vgl. Tab. 2.6). Bereits dieses Ergebnis deutet auf einen relativ engen Markt für Ingenieure der für den Maschinenbau wichtigsten Qualifikationsgruppen hin, denn es gilt zu bedenken, dass die Personalsuche und das Personalangebot weder in fachlicher noch in regionaler Hinsicht übereinstimmen. Außerdem dürfte sich die Nachfrage überwiegend auf jüngere Personen richten. Mehr als die Hälfte der arbeitslosen Ingenieure (mit Hochschul- oder Fachhochschulabschluss) ist aber bereits vierzig Jahre alt oder älter.

Berücksichtigt man ferner, dass nur ca. ein Viertel des gesuchten hochqualifizierten Personals über die Arbeitsämter gesucht wird, dann müsste das Stellenangebot für Ingenieure der relevanten Fachgruppen im September 2000 einen Umfang von ca. 38.000 erreicht haben (22.000 Maschinen- und Fahrzeugbauingenieure und 16.000 Elektroingenieure). Dieser

Nachfrage standen die gemeldeten Arbeitslosen und die Absolventen der Studiengänge gegenüber. Berücksicht man wiederum nur die Arbeitslosen unter fünfzig Jahren, dann gibt es für beide Fachgruppen einen deutlichen Nachfrageüberhang. Ca. 38.000 nachgefragten Ingenieuren stehen 32.000 Hochschulabsolventen und Arbeitslose gegenüber. Diese vereinfachte Berechnung des Ausgleichs auf dem Arbeitsmarkt für Ingenieurberufe kann als Indikator eines angebotsseitigen Mangels interpretiert werden. Es wird damit eine Knappheit von maschinenbaurelevanten Ingenieuren (im Jahr 2000) angezeigt.

Tabelle 2.6

Gemeldete Stelle, Arbeitslose und Hochschulabsolventen

	Deutschland	
	Ingenieure des Maschinen und Fahrzeugbaues	Elektroingenieure
Gemeldete offene Stellen[a)]	5.589	4.158
Geschätzte offene Stellen[b)]	22.000	16.000
Gemeldete Arbeitslose [c)]	14.174	10.378
Arbeitslose jünger als 30 Jahre [c)]	417	309
Arbeitslose jünger als 40 Jahre [c)]	2.368	1.751
Arbeitslose jünger als 50 Jahre [d)]	5.604	4.013
Hochschulabsolventen[d]	13.959	8.657

a) September 2000.
b) Offene Stellen bei einer Einschaltquote des Arbeitsamtes von 25%.
c) Arbeitslose mit einer abgeschlossenen Hochschul- bzw. Fachhochschulausbildung (September 2000).
d) Bestandene Diplomprüfungen im Studienjahr 1999 (Universität und Fachhochschulen).

Quelle: Bundesanstalt für Arbeit, Statistisches Bundesamt; Berechnungen des ifo Instituts.

Die Engpässe auf den Arbeitsmärkten für Ingenieure werden auch von einer Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft bestätigt (Klös 2001). Nach den dort festgelegten Knappheitsindikatoren (Arbeitslosenquote, Vakanzquote und UV-Quote) kann sowohl für Maschinenbauingenieure als auch für Elektroingenieure mit hoher Wahrscheinlichkeit ein relevanter Arbeitskräfteengpass diagnostiziert werden.

Für Handlungsempfehlungen, die Art und Umfang der Ausbildung oder die Zuwanderung von Fachkräften betreffen, ist es entscheidend, ob der Ingenieurmangel nur Ausdruck einer kon-

junkturellen Übernachfrage ist oder ob er langfristig bestehen bleiben wird. Wie frühere Prognosen belegen, ist es äußerst schwierig, den zukünftigen Arbeitskräftebedarf nach Berufen zu bestimmen, da man weder die zukünftig benötigten Qualifikationen, noch den technologisch beeinflussten Struktur- und Organisationswandel mit befriedigender Sicherheit abschätzen kann. Da solche Prognosen sich häufig als ungenau und fehlerhaft herausstellen, läuft man Gefahr, zugleich auch einen Effekt der „zyklisch verstärkten Fehlabstimmung“ zu fördern.

Einen Anhaltspunkt für mögliche Knappheiten auf dem Arbeitsmarkt für Ingenieure bieten die Zahlen der Studienanfänger und der Studienabsolventen. Auf der Angebotsseite haben die negativen Signale, die in der ersten Hälfte der neunziger Jahre vom Rückgang bei der Nachfrage nach Ingenieuren auf den Bildungs- und Arbeitsmarkt ausgingen, die spätere Mangellage hervorgerufen. Noch bis Anfang der neunziger Jahre genoss das Ingenieurstudium einen gleichbleibend hohen Attraktivitätswert. Dann haben sich unter dem Eindruck der Krise des Maschinenbaus die Studienanfängerzahlen der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik zwischen 1990 und 1996 halbiert.

Inzwischen steigen die Zahlen bei den Einsteigern in dieses Studiums wie auch beim Studium der Elektrotechnik wieder an (vgl. Tab. 2.7). Die Effekte auf dem Arbeitsmarkt werden aber erst mit einer zeitlichen Verzögerung von vier bis fünf Jahren spürbar werden. Erst nach 2003 könnte die Stagnation der Absolventenzahlen überwunden werden. Das lässt sich anhand der Studienanfänger- und Absolventenzahlen zeigen (vgl. Abb. 2.5). Verschiebt man die Zahl der Studienanfänger in Abbildung 2.5 um fünf Jahre[1], dann kann eine steigende Absolventenzahl für beide Fachrichtungen erst nach dem Jahr 2003 erwartet werden. Bei gleichbleibend hoher Nachfrage nach Maschinenbau- und Elektroingenieuren wird es, wenn man die bekannten Studenten- und Absolventenzahlen zugrunde legt, auf mittlere Sicht eine das Angebot übertreffende Nachfrage nach diesen Qualifikationsgruppen geben.

Im Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands heißt es dazu: „Wird der Zeitraum bis 2005 betrachtet, dann ist für die Ingenieurwissenschaften insgesamt in etwa eine Stabilisierung der Abschlusszahlen auf dem Niveau Ende der 90er Jahre zu rechnen.“ (BMBF 2001: 113) Eine etwa durch die Ausweitung der FuE-Aktivitäten ausgelöste Erhöhung der

[1] Das entspricht einer durchschnittlichen Studiendauer von zwölf Semestern, da das Studienjahr jeweils im Vorjahr beginnt und Studienanfänger des Jahres 1988 sich also bereits im zweiten Semester befinden können.

Nachfrage nach Ingenieuren würde aber auch längerfristig zu einer Angebotsknappheit auf dem Markt für diesen Qualifikationen führen.

Tabelle 2.7

Studienanfänger in ausgewählten Fachrichtungen[a)]

Wintersemester	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Elektrotechnik
	Studienanfänger	
1990	29.306	17.136
1995*	17.858	11.061
1996	14.707	8.963
1997	14.927	9.179
1998	15.242	9.371
1999	17.003	10.744
2000	18.538	11.757

a) An Universitäten und Fachhochschulen
* Vor 1995 nur Westdeutschland

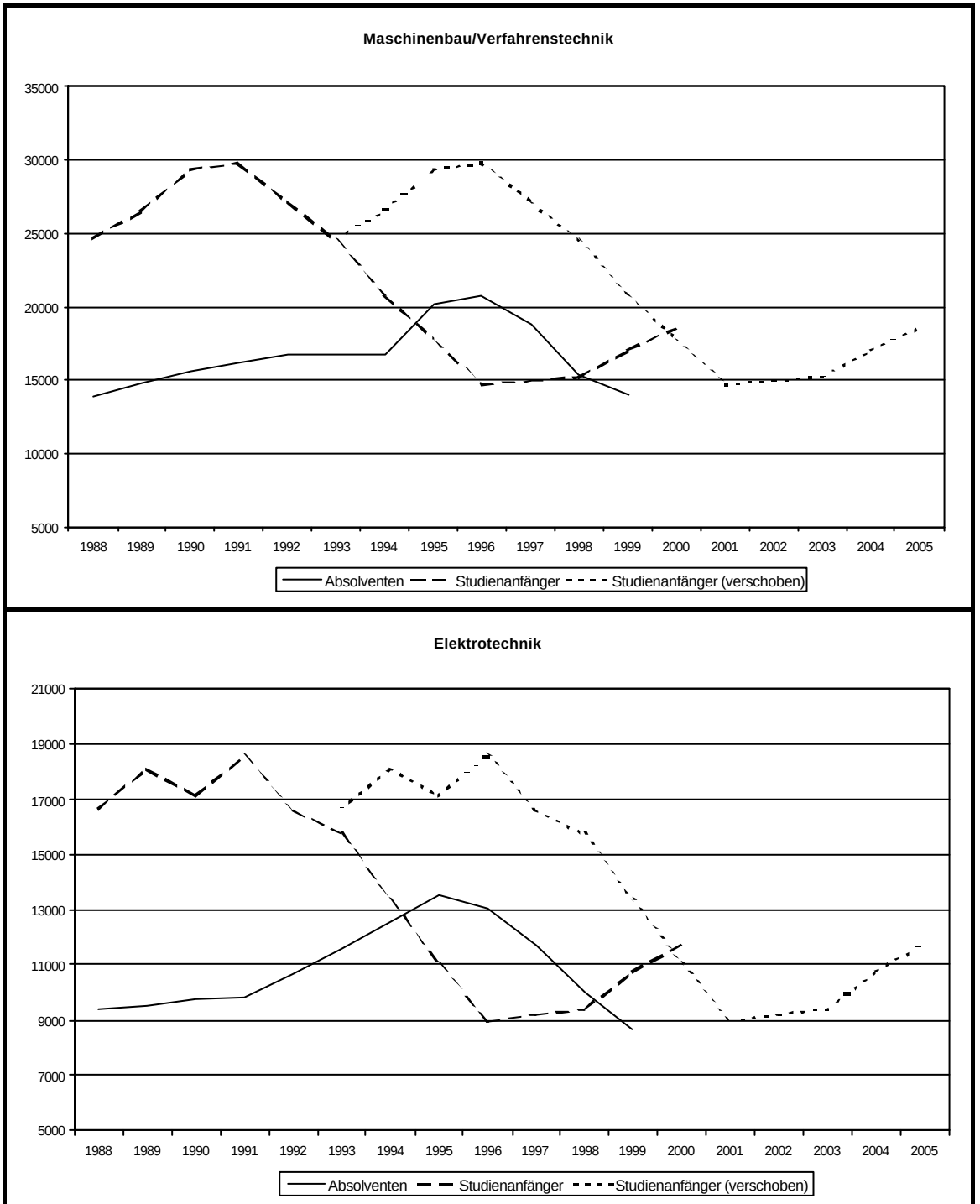
Quelle: Statistisches Bundesamt, ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Die Entwicklung der Studierenden und der Studienabschlüsse stellt nur Gegebenheiten der Angebotsseite dar. Für eine Aussage über zukünftige Knappheiten werden Vorhersagen des Bedarfs an Ingenieuren benötigt. Aus verschiedenen Gründen sind Bedarfsprognosen recht schwierig:

- Es herrscht erhebliche Unsicherheit über die mittelfristige Wirtschaftsentwicklung und über die langfristigen strukturellen Veränderungen der Branchen.
- Verfügbare Daten wie die „offenen Stellen“ der Bundesastalt für Arbeit erfassen nur einen Teil der Nachfrage. Der größere Teil der Nachfrage erscheint nicht in den Statistiken.
- Eingriffe der Politik in den Arbeitsmarkt, die auf das Ruhestandsverhalten wirken, können nicht vorausgesehen werden.
- Auswirkungen technologischer Neuerungen auf die Arbeitsnachfrage sind nur bedingt prognosefähig.

Abbildung 2.5

Studienanfänger und Hochschul-/Fachhochschulabsolventen



Die Absolventenzahlen der Jahre 1992, 1993 und 1994 sind interpoliert.

Quelle: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des ifo Instituts

Aus diesen Gründen versteht sich eine vom Verband der Deutschen Ingenieure (VDI 1998) vorgelegte Studie zum Ingenieurbedarf, deren Ergebnisse hier zitiert werden sollen, auch nicht als Prognose, sondern als Eingrenzung der möglichen Abstimmung von Angebot und Nachfrage mittels der Szenarienmethode. Die Studie sieht Anhaltspunkte dafür, dass der Bedarf an Ingenieuren in Zukunft weiter steigen wird. Insbesondere auf dem Arbeitsmarkt für Ingenieure der Elektrotechnik, wo bereits Ende der neunziger Jahre eine Mangelsituation bestand, werden mittelfristig, wegen des steigenden Bedarfs und der sinkenden bzw. nur langsam sich stabilisierenden Absolventenzahlen, Nachfrageüberschüsse als die wahrscheinlichste Alternative betrachtet. In den nächsten Jahren wird nach diesem Szenarium der Bedarf voraussichtlich das Angebot systematisch übertreffen und den Wettbewerb der Unternehmen um qualifizierte Bewerber verschärfen. Darüber, in welchem Umfang speziell die Maschinenbaubranche von dieser Mangellage betroffen sein könnte, geben die Ingenieurprognosen keine Auskunft. Bei der steigenden Bedeutung der Elektroingenieure für die fachliche Struktur der Beschäftigten im Maschinenbau wäre aber von zunehmenden Problemen auch in dieser Branche auszugehen.

Angebot und Nachfrage nach Maschinenbauingenieuren, der Kerngruppe der Ingenieurbelegschaft in der Branche, werden entsprechend der Studie des VDI langfristig als weitgehend ausgeglichen betrachtet. Besondere Engpässe sind – folgt man dem in der VDI-Studie als am plausibelsten bezeichneten Szenario - bei dieser Berufsgruppe nicht zu erwarten.

2.3 Der Maschinenbau im Cluster der Metallverarbeitung

In Anbetracht der für den Maschinenbau im Vergleich mit dem Verarbeitenden Gewerbe bestehenden hohen Arbeitsintensität und hohen Lohnkosten stellt sich insbesondere die Frage nach der Wettbewerbsfähigkeit gerade der deutschen Unternehmen auf diesen Märkten, da sie aufgrund der historischen Verankerung zumeist auch den Schwerpunkt der Produktion in Deutschland haben. An dieser Stelle soll der Analyse der Wettbewerbsfähigkeit und Bewertung der Position der deutschen Anbieter nicht vorgegriffen werden, so dass im Folgenden auf die strukturellen Merkmale am Standort Deutschland eingegangen wird.

Deutschland besitzt ein im internationalen Vergleich bedeutendes Cluster in der Metall verarbeitenden Industrie, was sich darin ausdrückt, dass der Anteil der Hersteller von Fahrzeugen, Maschinen und elektrotechnischen Erzeugnissen an der gesamten Industrieproduktion mit 33% wesentlich über dem Durchschnitt der meisten Industrieländer (EU-15 plus Japan und USA) liegt. Besonders stark ist die Dominanz des Maschinenbaus (i.e.S.) mit einem Anteil von

knapp 20% an der Industrieproduktion in Deutschland ausgeprägt, während er für die Industrieländer im Durchschnitt keine 7% erreicht.

Die Bedeutung des Metall verarbeitenden Clusters für den Maschinenbau besteht einmal in den engen Lieferverflechtungen, dem umfangreichen Angebot an qualitativ hochwertigen Teilen und Komponenten (vgl. Abb. 2.6). Denn der Maschinenbau ist in seiner typischen Eigenschaft als Lieferant von komplexen Erzeugnissen auf umfangreiche Zulieferungen angewiesen, wo es sich nicht nur um Serienerzeugnisse handelt. Die Hersteller von Maschinen benötigen in nennenswertem Umfang für spezifische Aufgabenstellungen entwickelte Teile und Komponenten (z.B.: Maschinenständer). Ein entsprechendes Angebot in räumlicher Nähe ist insofern auch heute noch als ein komparativer Wettbewerbsvorteil gegenüber ausländischen Konkurrenten zu betrachten. Die hohe intrasektorale Verflechtung im Maschinenbau und intensive Lieferbeziehungen zu vorgelagerten Branchen untermauern diesen Befund.

Darüber hinaus gibt es aufgrund der historischen Bedeutung des Maschinenbaus eine leistungsfähige Forschungslandschaft in Bezug auf diesen Industriesektor. Universitäten und Forschungsinstitute stehen in einer engen Beziehung zur Industrie, so dass ein guter Wissenstransfer gewährleistet ist. Die bestehende Forschungsinfrastruktur für die von kleinen und mittleren Unternehmen geprägte Branche wird in ihrer Bedeutung für die internationale Wettbewerbsfähigkeit als außerordentlich wichtig eingeschätzt. Gemeinschaftsforschung, die durch öffentliche Förderprogramme unterstützt wird, ist in diesem Zusammenhang ein wichtiges Instrument. Die Diffusion von Forschungsergebnissen aus dem vorwettbewerblichen Bereich wird stimuliert und Skaleneffekte sind trotz der durch kleine und mittlere Unternehmen geprägten Struktur der Branchen möglich. Vergleichbar gute Bedingungen herrschen nur in wenigen Industrienationen.[1] Aufgrund der Vielzahl von Maschinenbauunternehmen in Deutschland wird der Innovationsprozess zusätzlich durch externe Effekte stimuliert, d.h. Forschungs- und Entwicklungsergebnisse lösen nicht nur in einem Unternehmen Innovationen aus, sondern befruchten auch Innovationsprozesse anderer Firmen.[2]

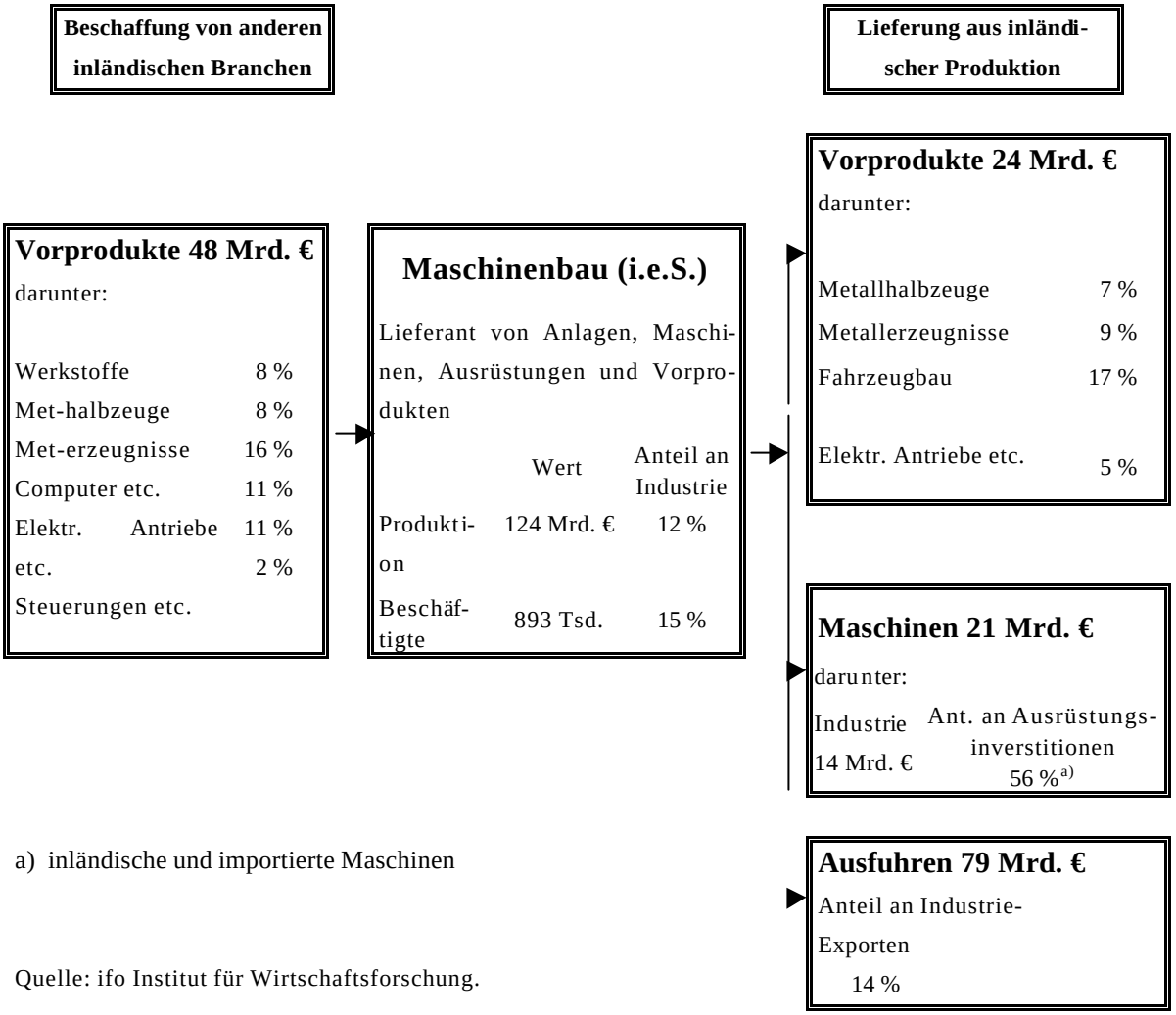
---

[1] Eine vergleichsweise intensive Kooperation wie in Deutschland zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und der Industrie besteht zum Beispiel in Irland und Schweden..

[2] Dieser Prozess wird im Rahmen der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Vorhaben der Gemeinschaftsforschung gezielt unterstützt.

Abbildung 2.6

Einbindung des Maschinenbaus in die Industrie Deutschlands



a) inländische und importierte Maschinen

Quelle: ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Auf der Absatzseite spielt, obwohl der Maschinenbau (i.e.S.) mit einer Exportquote von über 60% eine stark auf internationale Märkte ausgerichtete Branche ist, die heimische Industrie als Abnehmer und Ideengeber eine wichtige Rolle. Fertigungstechnische Problemlösungen bedürfen häufig einer intensiven Interaktion zwischen den Maschinenherstellern und ihren Kunden. Insofern war bis Anfang der neunziger Jahre, als die Industrie noch etwa 30% zum Bruttoinlandsprodukt beitrug, ein Wettbewerbsvorteil gegenüber Maschinenbauern in anderen Industrienationen, in denen der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes am Bruttoinlandsprodukt im

Durchschnitt nur auf etwa 20%, in den USA und Großbritannien sogar nur auf etwa 15%, kam.

Hier hat sich im vergangenen Jahrzehnt ein Wandel vollzogen, der zumindest eine Lockerung evtl. sogar eine Schwächung des bisher sehr stabilen Clusters in Deutschland nahe legt. Der Maschinenbau hat die Beschaffung von Vorprodukten und Komponenten zunehmend internationalisiert, und viele seiner Abnehmerbranchen haben im Rahmen der Globalisierung internationale Produktionsnetzwerke aufgebaut und investieren zunehmend im Ausland.[1]

Insbesondere die zunehmende Internationalisierung der Beschaffung ist nicht nur eine Folge der Möglichkeiten, die sich aus der Öffnung von Märkten ergibt. Sie steht auch in einer Wechselbeziehung mit den Rahmenbedingungen für die industrielle Produktion in Deutschland. Die Regulierung der Arbeitsmärkte und Flächentarifverträge stellen Mindestanforderungen an die Produktivität des Arbeitseinsatzes. Positiv gewendet stützen sie den Selektionsprozess in Richtung auf leistungsfähige Unternehmen und produktive Arbeitsprozesse. Unerwünschter Effekt ist jedoch das Ausscheiden von Unternehmen am unteren Ende der Produktivitätsskala. Die Internationalisierung der Beschaffung ist somit nicht nur Ausdruck einer Nutzung der Möglichkeiten sondern auch eine erzwungene Anpassung, ausgelöst durch die in Deutschland bestehenden Rahmenbedingungen.

Der Maschinenbau, dessen Wettbewerbsfähigkeit von einem funktionierenden Netzwerk leistungsfähiger Zulieferanten abhängt und dessen Leistungserstellung durch eine relativ hohe Arbeitsintensität gekennzeichnet ist, steht in Anbetracht des sich hier abzeichnenden Wandels des industriellen Clusters vor einer großen Herausforderung. Es wird im weiteren Verlauf der Frage nachgegangen, ob die zu beobachtende Lockerung der nationalen Verflechtungen durch eine Stärkung eine grenzüberschreitenden Clusters ausgeglichen werden kann und in welcher Weise sich die Wettbewerbsfähigkeit verändert.

2.4 Wandel der Struktur des Maschinenbaus in Deutschland

Der Maschinenbau ist eine durch kleine und mittlere Unternehmen gekennzeichnete Branche. Dies ist keine Besonderheit der Branche in Deutschland, sondern ist für fast alle wichtigen

---

[1] Die Textil- und Bekleidungsindustrie war in Hinblick auf die Tendenz der Internationalisierung ein Vorreiter dieser Entwicklung, die inzwischen viele Industriebranchen erreicht hat. Der in diese beiden Branchen liefernde Maschinenbau hat darauf reagiert und exportiert inzwischen mehr als vier Fünftel aller neuen, in Deutschland produzierten Maschinen.

Konkurrenznationen typisch. Dieses Strukturmerkmal steht in einer engen Beziehung zu den vorherrschenden, aus den Absatzmärkten resultierenden Anforderungen. Vielfach dominieren kleinere Unternehmen solche Märkte, auf denen Produkte aus einer kundenspezifischen Kleinserien- und Einzelfertigung angeboten werden. Große Maschinenbauunternehmen spielen dagegen auf Märkten für Serienerzeugnisse, wie beispielsweise Wälzlager, eine gewichtigere Rolle.

Die Struktur des Maschinenbaus muss in einer Beziehung zu den vom Markt an die Unternehmen herangetragenen Forderungen verstanden werden. Die Flexibilität und die intensive Interaktion mit dem Kunden sind ursächlich dafür, dass kleine und mittlere Unternehmen nur geringe Nachteile durch fehlende Skaleneffekte gegenüber größeren Konkurrenten haben. Ob und in welchem Umfang die Globalisierung und die „New Economy" Einfluss auf die Struktur des Maschinenbaus haben werden, ist nicht einfach zu antizipieren. Die Theorie lässt unterschiedliche Entwicklungen erwarten. Einerseits wird die Unternehmensgröße wesentlich durch Höhe der Transaktionskosten determiniert (R. Coase, The Nature of the Firm, 1937, Economica (4), S. 386 – 405). Hier wird i.a. davon ausgegangen, dass die neuen Medien und die Instrumente für die zwischenbetriebliche Interaktion eine Reduzierung der Transaktionskosten auslösen.[1] Dementsprechend wird vielfach von Vorteilen für kleine und mittlere Unternehmen ausgegangen, die sich in Netzwerken organisieren und in ihrer Leistungsfähigkeit gegenüber großen Konkurrenten besser als in der Vergangenheit behaupten können.[2] Zum anderen können Aggregationsvorteile im Zusammenhang mit zunehmender Funktionsfähigkeit der Märkte realisiert werden.

Bei kleinen und mittleren Unternehmen im Maschinenbau handelt es sich nicht nur um Eigentümer geführte Firmen. Viele werden von anderen Industrieunternehmen oder Beteiligungsge-

---

[1] In Gesprächen mit Unternehmensvertretern zeigte sich allerdings, dass zwar bezogen auf eine einzelne Interaktion eine Kostenreduktion stattfindet, allerdings wird gerade im Bereich zuliefernder Unternehmen ein nennenswerter Anstieg der Zahl der Anfragen, Angebotsaufforderungen und der Teilnahme an Internetauktionen berichtet. Zumindest für ein Teil der Unternehmen dürften somit die Rationalisierungseffekte beschränkt sein und Kosteneinsparungen durch größere Preiszugeständnisse kompensiert werden.

[2] Sofern dieser Zusammenhang für den Maschinenbau relevant ist, kann die Konkurrenzfähigkeit der italienischen Anbieter, die auf vielen Märkten die schärfsten Wettbewerber für die deutschen Anbieter sind, in den kommenden Jahren zunehmen. Denn der italienische Maschinenbau ist durch Produktionsnetzwerke kleiner und mittlerer Unternehmen gekennzeichnet, die aufgrund eines hohen Grades an Spezialisierung schon bisher sehr effizient gearbeitet haben.

sellschaften kapitalmäßig und damit untenrehmenspolitisch kontrolliert.[1] Größe ist somit nur ein Indikator zur Abschätzung der Herausforderungen, denen sich kleine und mittlere Unternehmen in Folge der Globalisierung und der „New Economy“ gegenübergestellt sehen. Als Teil einer Unternehmensgruppe können verbundene Firmen auf Dienstleistungen und die logistische Unterstützung der Muttergesellschaft oder zentraler Organisationseinheiten zurückgreifen, um die zum Bestehen eines härteren Wettbewerbs notwendigen Aufgaben bewältigen zu können. Die aus den Eigentumsverhältnissen resultierewnden Untenrehmensbeziehungen sind deshalb bei der Bewertung der Möglichkeiten zu berücksichtigen, die ein Unternehmen hat, die zukünftigen Herausforderungen zu bewältigen. Denn typische mittelständische, von Eigentümern geführte Firmen können vielfach nicht auf vergleichbare Ressourcen zurückgreifen.

2.4.1 Die Struktur von Unternehmensgruppen wird transparenter

Die in der gegenwärtigen auf den Finanzmärkten vorherrschende Diskussion einer strategischen Orientierung auf die Kernkompetenz hat auf den strukturellen Wandel im Maschinenbau einen wesentlichen Einfluss.[2] Die Fokussierung auf Kernkompetenzen hat sich in den neunziger Jahren zu einer bei den meisten Unternehmen vorherrschenden strategischen Ausrichtung entwickelt. In diesem Kontext werden die auch im Maschinenbau bestehenden Konglomerate zunehmend kritisch betrachtet. Die kapitalmäßige Verflechtung unterschiedlicher Geschäftsfelder mit einer nur begrenzten Möglichkeit zur Nutzung von Ressourcen steht zur Disposition. Eine Auflösung dieser Verbindungen erhält einen zusätzlichen Impuls aus der Steuerreform, die es Kapitalgesellschaften ab dem Jahr 2002 ermöglicht, Veräußerungsgewinne steuerfrei zu vereinnahmen.

Eine Reihe von Vorteilen aus der erwarteten Entwicklung kann dazu beitragen, dass die deutschen Maschinenbauer ihre internationale Wettbewerbsposition verbessern:

- Der Verkauf von Geschäftsbereichen, die keinen ausreichenden Beitrag zum Unternehmenserfolg leisten, wird nicht mehr durch die Besteuerung behindert.

---

[1] Beteiligungs- oder Risikokapitalgesellschaften spielen im Maschinenbau traditionell eine relativ große Rolle. Die Bedeutung dieser Gesellschaften als Kapitalgeber nimmt u.a. im Rahmen der Lösung des Generationenproblems bei Eigentümer geführten Maschinenbauunternehmen zu. (Vgl.: Nagel, Kaluza 1988)

[2] In den siebziger und achtziger Jahren waren andere Sichtweisen vorherrschend, die zum einen die Risikostreuung in den Vordergrund stellten. Der Aufbau neuer Geschäftsfelder diente beispielsweise einer Reduzierung der Abhängigkeit von Konjunkturzyklen. Zum zweiten strebten Unternehmen danach, den Bedarf ihrer Kunden in umfassender Weise befriedigen zu können. Als so genannter Full-hand-supplier war ein Unternehmen gegenüber der Konkurrenz mit einem nicht vollständigen Leistungs- und Produktprogramm im Vorteil und konnte Synergien im Vertrieb nutzen.

- Im Wettbewerb schlecht positionierte Geschäftsbereiche, für deren strategische Entwicklung hohe Investitionen notwendig sind, können bei einer Veräußerung an ein anderes Unternehmen bessere Entwicklungsperspektiven erhalten.
- Die Möglichkeit, überkommene Strukturen aufzulösen, wird nicht mehr durch die Steuergesetzgebung behindert. Dies gibt Unternehmen die Chance, mit Hilfe des Zuflusses steuerfreier Veräußerungsgewinne umfassender und schneller auf die anstehenden Herausforderungen zu reagieren.
- Der Wegfall der Besteuerung erweitert den Verhandlungsspielraum zwischen dem kaufenden und dem verkaufenden Unternehmen um die bisher fällig werdende Steuer auf die Veräußerungsgewinne.
- Marktzutrittsbarrieren bei Investitionen in neue Geschäftsfelder werden gesenkt.

Inwieweit sich hieraus für den Maschinenbau positive Effekte ergeben, hängt u.a. von den Perspektiven ab, die die Kapitaleigner bei einem Verbleib in der Branche vermuten. Hier spielen für kleine und mittlere Unternehmen – gerade bei einer zunehmenden Globalisierung – die Rahmenbedingungen am Standort Deutschland eine herausragende Rolle. Denn der Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit dieser Unternehmen wird auch beim Aufbau internationaler Netzwerke weiterhin im Inland bleiben. Sofern liquide Mittel aufgrund positiver Erwartungen überwiegend für eine Stärkung der Kernkompetenz im Maschinenbau eingesetzt werden, sollte sich die Konkurrenzfähigkeit des deutschen Angebots verbessern. Dass die aus einer Desinvestition stammenden Finanzmittel selbst dann nicht immer in Deutschland angelegt werden, spielt bei dieser Bewertung keine große Rolle. Entscheidend ist, dass die in Deutschland angesiedelten Unternehmen des Maschinenbaus die Vorteile des Standorts Deutschlands nutzen, und die Nachteile durch den Aufbau grenzüberschreitender Netzwerke ausgleichen.

Unabhängig von diesen, unten zu behandelnden Fragen, ist eine Tendenz zu höherer Transparenz der Strukturen von Unternehmensgruppen zu erwarten. Für die kapitalmäßige Verflechtung verschiedener Geschäftsgebiete werden zunehmend strenge, ertragsrelevante Argumente gefordert sein. Während dies auf der einen Seite die Wahrscheinlichkeit einer optimalen Allokation der Ressourcen erhöht, wird es auf der anderen Seite schwieriger werden, Risikostreuung durch Diversifizierung zu begründen. Insbesondere für eine zyklischen Nachfrageschwankungen ausgesetzte Branche wie den Maschinenbau hat diese Entwicklung nicht nur Vorteile. Die Abhängigkeit von wenigen oder gar nur einem volatilen Markt kann im Abschwung Probleme bereiten. Erschwerend kommt hinzu, dass das Aufdecken stiller Reserven und die Reali-

sierung von Veräußerungsgewinnen, sofern die Mittel nicht zur Stärkung der strategischen Position des Unternehmens herangezogen werden, den Handlungsspielraum in Abschwungphasen zusätzlich einschränken.

2.4.2 Die Eigentumsstrukturen werden effizienter

Eine große Herausforderung für kleine und mittlere, von Eigentümern geführte Unternehmen besteht in der Realisierung wegweisender strategischer Vorhaben. In einigen Studien wurde auf dieses in der Vergangenheit drängende Problem im internationalen Wettbewerb hingewiesen.[1] Hier ist allerdings eine allmähliche Veränderung in der Unternehmenskultur festzustellen. Die Bedeutung eines guten Zugangs zu den Finanzmärkten, um wegweisende Projekte in Angriff zu nehmen, sei es nun die Entwicklung grundlegend neuer Produkte oder die Erschließung des Weltmarktes, wird inzwischen erkannt. Im Zusammenhang mit den Veränderungen auf den Kapitalmärkten ist bei mittelständischen Unternehmen nicht nur die Bereitschaft gestiegen, Unternehmensnachrichten in den Medien zu lancieren, sondern auch den Kreis der Eigentümer zu erweitern.

Durch die neue geschaffenen Möglichkeiten des Kapitalmarkts können Unternehmen Investitionen tätigen, die das Vermögen und die Risikobereitschaft einzelner Eigentümer übersteigen. Mit der Hereinnahme neuer Kapitalgeber ist eine stärkere Formalisierung der Geschäftsführung notwendig, eine vollständige Trennung von Eigentum und Management, wie sie von Publikumsgesellschaften her bekannt ist, kann sinnvoll sein.[2] Beispiele für diese Entwicklung können im Maschinenbau zwar beobachtet werden, aber eine breite Akzeptanz, den Kapitalmarkt zur Verbesserung der strategischen Ausgangsposition im Rahmen der Globalisierung zu nutzen, ist trotz der positiven Entwicklung in der Branche noch nicht vorhanden. Ein Großteil der mittelständischen Unternehmen fürchtet den möglichen Einfluss größerer Darlehnsgeber oder institutioneller Kapitalgeber auf grundlegende strategische Entscheidungen.

---

[1] Auf einigen Marktsegmenten haben japanische Maschinenbauer in den achtziger Jahren den Weltmarkt mit Hilfe großer strategischer Investitionen erschlossen. Ein Schwerpunkt war der Werkzeugmaschinenbau, insbesondere die Märkte für Serienerzeugnisse. Auffällig war, dass japanische Familienunternehmen anders als deutsche in der Lage waren, die für die Erschließung von Weltmärkten notwendigen hohen Finanzmittel zu beschaffen. Eine Erklärung des Unterschiedes lag in dem umfangreicheren Angebot des Kapitalmarktes. Hinzu kam allerdings, dass japanische im Gegensatz zu deutschen Unternehmern i.a. zur Pflege von Investor Relations in wesentlich größerem Umfang bereit waren. (Siehe Vieweg, Hilpert 1992).

[2] Eine (teilweise) Trennung von Eigentum und Management liegt im Prinzip schon vor, wenn ein familiengeführtes Unternehmen Minderheitsaktionäre besitzt.

Maschinenbauunternehmen mit einer steigenden Zahl von Eigentümern, sei es über die Hereinnahme einzelner Kapitalgeber, die Beteiligung einer Risikokapitalgesellschaft oder den Gang an die Börse, müssen nicht nur bei Änderung der Rechtsform die Unternehmensführung restrukturieren, sondern es müssen auch eine Geschäftsverteilung festgelegt, strategische und operative Ziele explizit formuliert werden, um einerseits die Koordination innerhalb der Unternehmensführung und andererseits auch die Kontrolle seitens der Aufsichtsgremien zu ermöglichen. Damit passen sich diese Unternehmen an Erfordernisse an, die in der Zukunft an alle börsennotierten Unternehmen der Branche gestellt werden. Geschäftsverteilungspläne und eine explizite Unternehmensplanung sind eine notwendige Voraussetzung für Unternehmen, die in den kommenden Jahren die Finanzmärkte – sei es nur im Rahmen einer Fremdfinanzierung – in Anspruch nehmen und akzeptable Finanzierungsbedingungen erreichen wollen. Die Transparenz von Geschäftsprozessen ist unabdingbar für ein gutes, in Zukunft notwendiges Unternehmensrating.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob eine breitere Streuung des Eigentums einen grundlegenden Wandel der strategischen Ausrichtung von Maschinenbauunternehmen herbeiführt, insbesondere in Hinblick auf die langfristige strategische Orientierung, die bisher typisch für die mittelständischen Unternehmen in Deutschland war.

Es ist in Anbetracht der vorherrschenden Unternehmensgröße, der für die Branche dominanten Rechtsform der GmbH, und der speziellen Marktbedingungen nicht zu erwarten, dass die Eigentumsverhältnisse im Maschinenbau sich in Richtung auf eine breiten Streuung des Kapitals verändern, die gravierende Nachteile für die langfristige Existenz erwarten lässt. Die in der Literatur zur Unternehmensfinanzierung befürchteten Probleme, dass die Delegation der Unternehmensführung an eine Gruppe von Managern zu einer sich nur in begrenztem Maße an den Zielen der Anteilseignern ausrichtenden Unternehmenspolitik führt (vgl. Berle und Means, 1932), sind vor allem dann relevant, wenn das Kapital breit gestreut ist und der einzelne Eigentümer auf die Unternehmensführung keinen Einfluss nehmen kann. Dies ist für den Maschinenbau in Deutschland zur Zeit nicht zu erkennen.

Trotz der zu erkennenden Veränderungen beim Eigenkapital wird auch für die Zukunft eine hohe Konzentration auf wenige natürliche oder juristische Personen ein typisches Merkmal für die Struktur des deutschen Maschinenbaus sein, so dass eine hohe Kontrollintensität des Kapitals bei entsprechend hohem Einsatz, bei allerdings weiterhin geringer Risikodiversifikation gegeben sein wird. Dementsprechend wird nicht davon ausgegangen, dass es zu einer Aus-

richtung der Geschäftspolitik auf eine kurzfristige Ergebnisorientierung kommt, sondern das Engagement der Eigner weiterhin auf die langfristige, erfolgreiche Existenz des Unternehmens ausgerichtet ist. In Analogie zu empirischen Studien werden die positiven Effekte der Konzentration auf die Unternehmensperformance (Cable, 1985, Gedajlovic und Shapiro, 1998, Nibler, 1998, Edwards/Nibler, 2000, Gorton und Schmid, 2000b, Edwards/Weichenrieder, 2000) weiterhin wirken.

Der sich andeutende Wandel der Eigentümerstruktur wird unter Berücksichtigung des weiterhin hohen Engagements der Eigner als positiv interpretiert. Hinzu kommt mit der steigenden Bereitschaft, neue Formen der Finanzierung zu nutzen, evtl. neue Eigentümer mit dem Ziel aufzunehmen, dass weniger Restriktionen für die Realisierung zukunftsweisender Strategien als in der Vergangenheit bestehen. Die Herausforderungen aus der Globalisierung und der „Neuen Ökonomie“ können in diesem Szenario von den Maschinenbauunternehmen offensiv aufgenommen werden, ohne die Nachteile aus einer Divergenz der Ziele des Management und den Zielen der Eigentümer in Kauf nehmen zu müssen. Die Koordination und Kontrolle der Geschäftsführung bleiben im Maschinenbau überschaubar.

2.5 Die Unternehmensfinanzierung im Maschinenbau

Im Rahmen der Globalisierung sind Veränderungen auf den Finanzmärkten eingetreten, die zu beachtende Auswirkungen auf die Struktur des Maschinenbaus haben werden. Erst in jüngster Zeit sind durch einen Abbau der Marktzutrittsbarrieren und die Anpassung der nationalen Regulierung an die Erfordernisse eines weltweiten Finanzmarkts Entwicklungen eingetreten, die einen wesentlichen Einfluss auf das Verhalten von Unternehmen haben. Der Schwerpunkt der folgenden Betrachtung liegt demgemäss auf der Außen- und nicht auf der Innenfinanzierung von Unternehmen.

Im Prinzip existieren zwei Möglichkeiten der bankbasierten und der kapitalmarktbasierten Außenfinanzierung für Unternehmen.[1] Bei der Charakterisierung der Unternehmensfinanzierung in einem konkreten Land ist festzustellen, dass es sich immer um eine Mischform handelt, wobei die eine oder die andere Finanzierungsform ein mehr oder weniger hohes Gewicht besitzt.

---

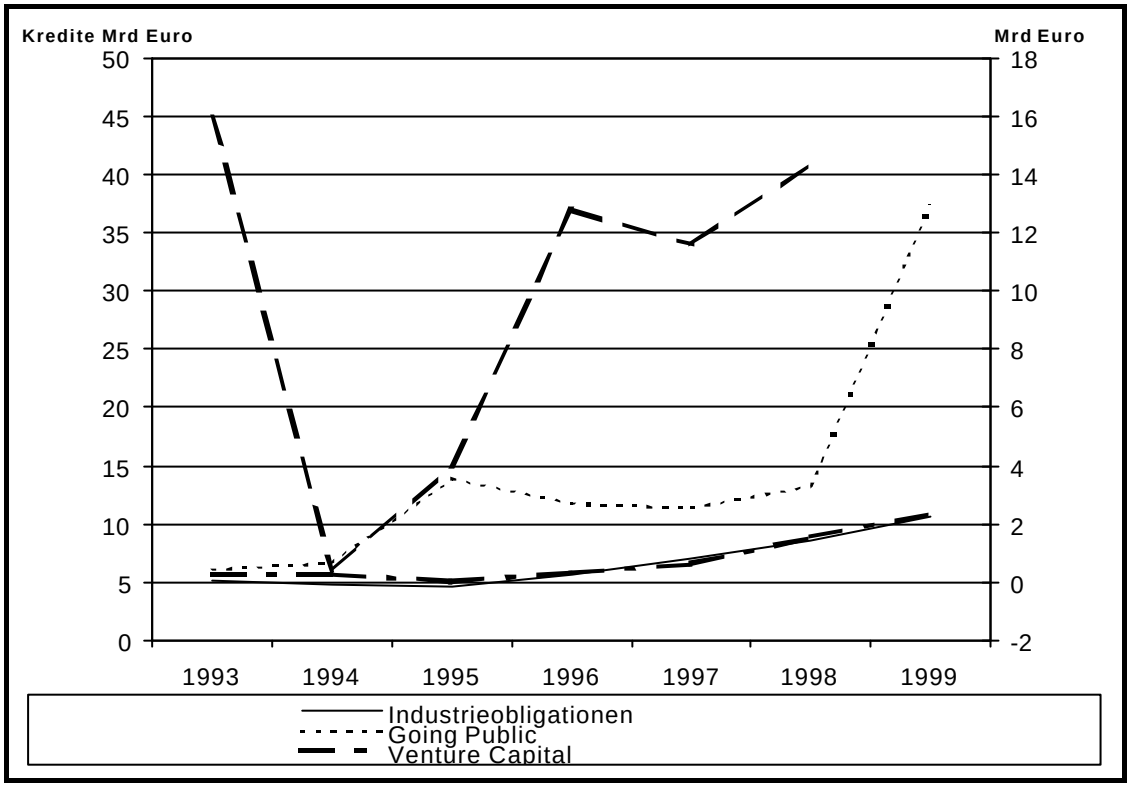
[1] Im ersten Fall sind Banken als Finanzintermediäre tätig, werben Mittel von Anlegern ein und geben Kredite aus. Im zweiten Fall werden häufig ebenfalls Banken – beispielsweise als Konsortialführer bei der Emission einer Industrieanleihe- tätig, Anleger und Unternehmen stehen jedoch in einer direkten Beziehung.

Es gibt deutliche Differenzen in der Gewichtung, so kann der Markt für Unternehmensfinanzierung in Deutschland im Vergleich mit den Vereinigten Staaten als bankenorientiert bezeichnet werden.

Im Zentrum der Studie stehen die Perspektiven und die strategische Orientierung von Maschinenbauunternehmen. Dementsprechend werden die Veränderungen untersucht, die sich für die langfristige Außenfinanzierung von Unternehmen in den zurückliegenden Jahren ergeben haben. Unmittelbar auffällig ist, dass sich in der jüngsten Vergangenheit eine Verschiebung von einem bankorientierten zu einem kapitalmarktorientierten System in Deutschland andeutet. Die Nettoaufnahme langfristiger Kredite ist zwar immer noch mit weitem Abstand von herausragender Bedeutung für die Unternehmensfinanzierung. Aber andere Formen der Außenfinanzierung – auch wenn sie noch keine dominante Position erlangt haben – zeigen eine dynamisch aufwärts gerichtete Entwicklung. Hierbei handelt es sich mit Industrieobligationen um ein Substitut für die Fremdfinanzierung mittels Bankkrediten. Die beiden anderen Finanzierungsarten dienen primär der Beschaffung von Eigenkapital über den Gang an die Börse oder die Hereinnahme eines Risikokapitalunternehmens als neuen Gesellschafter. (Abb. 2.7).

Abbildung 2.7

Die Entwicklung der langfristigen Unternehmensfinanzierung
– Nettobeträge –



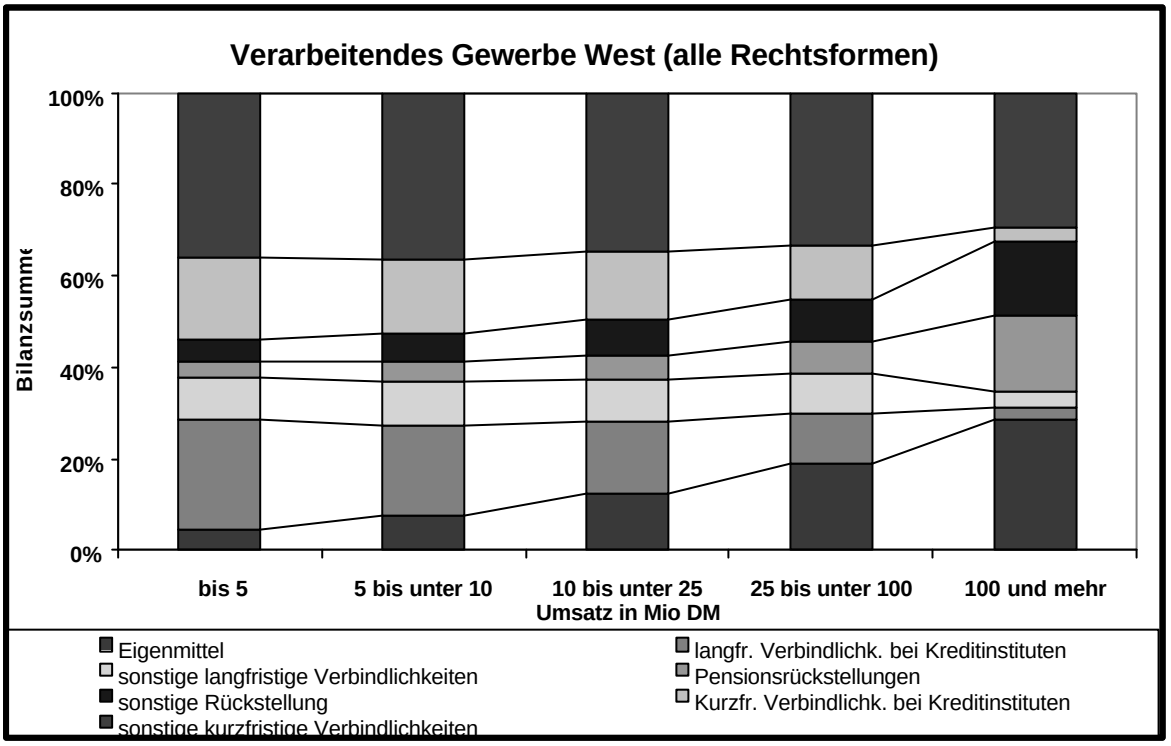
Quelle: Deutsche Bundesbank, ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

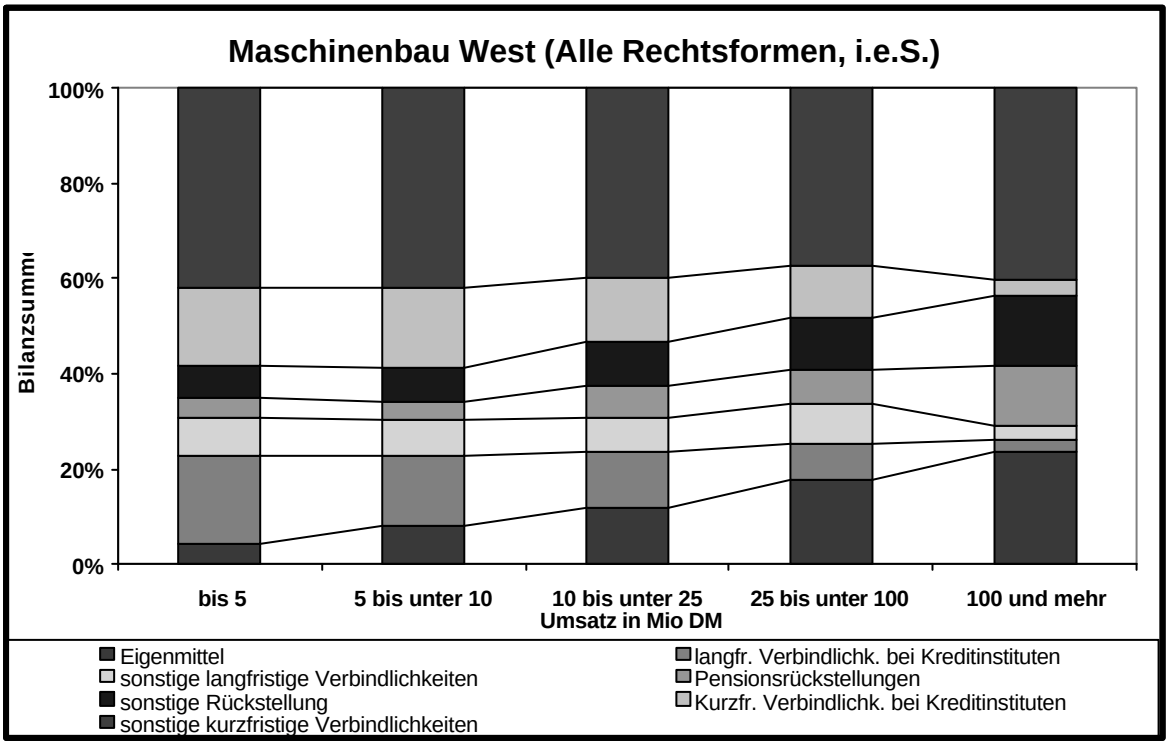
2.5.1 Die niedrige Eigenkapitalquote erschwert den Zugang kleiner Unternehmen zum Finanzmarkt

Die Unternehmensfinanzierung weist in der Industrie in Deutschland nennenswerte Unterschiede in Abhängigkeit von der Größenstruktur auf. Auffällig ist die vergleichsweise geringe Ausstattung mit Eigenkapital und der hohe Anteil an langfristigen Bankkrediten bei kleinen und mittleren Unternehmen. Bei einer weiteren Differenzierung der Unternehmen nach der Rechtsform zeigt sich, dass die Ausstattung mit Eigenkapital bei Personengesellschaften noch wesentlich schlechter als im Durchschnitt über alle Industrieunternehmen ist. (Abb. 2.8)

Abbildung 2.8

Die Struktur der Passivseite deutscher Industrieunternehmen 1996





Quelle: Deutsche Bundesbank, ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Die Struktur der Finanzierung im Maschinenbau ist der Situation im Verarbeitenden Gewerbe ähnlich. Auffällig ist allerdings der über alle Größenklassen hinweg zu findende hohe Anteil der sonstigen kurzfristigen Verbindlichkeiten. Hier hinter verbirgt sich die Tatsache, dass insbesondere die Hersteller von Enderzeugnissen in großem Umfang Teile und Komponenten beziehen, die auf Ziel gekauft werden.

Die Kreditbeziehungen kleiner und mittlerer Unternehmen zu ihren Kreditgebern sind aus theoretischer Sicht besonders interessant. Der geringe Anteil des haftenden Eigenkapitals an der Bilanzsumme bedeutet für den Kreditgeber ein Risiko. Aufgrund der Informationsasymmetrie ist er häufig nicht in der Lage zu verifizieren, ob der Unternehmer den Kredit in einer die Rückzahlung gewährleistenden Weise verwendet, was bei der geringen Eigenkapitalausstattung die Gefahr des Moral Hazard beinhaltet.

Es ist zu vermuten, dass die in der Theorie beschriebenen Probleme in Deutschland aufgrund langjähriger und intensiver Geschäftsbeziehungen zwischen Banken und Nichtfinanzunternehmen meist eine untergeordnete Rolle spielen. Der laufende Informationsaustausch führt in den meisten Fällen zu einer ausreichenden Transparenz und reduziert die Informationsasymmetrie. Hinzu kommt, dass das im HGB verankerte strikte Niederstwertprinzip zu einer Bewertung von Vermögenswerten führt ,so dass Industrieunternehmen häufig über nicht in der Bilanz aufscheinende stille Reserven verfügen.[1]

Idealtypisch ist die Kreditbeziehung zwischen einem kleinen Unternehmen und seiner Bank (Hausbank) durch eine intensive, nicht stark formalisierte Kommunikation gekennzeichnet, die zu einer Reduktion der Informationsasymmetrie beiträgt. Das Interesse des Kreditnehmers an einer so engen Beziehung steht im Spannungsfeld zwischen einerseits der Möglichkeit, durch eine Selektion zwischen verschiedenen Banken günstigere Kreditkonditionen aushandeln zu können, und andererseits der Notwendigkeit, Informationen über die Geschäftsentwicklung einem größeren Kreis potentieller Anbieter zur Verfügung zu stellen. Letzteres verursacht hohe Kosten der Datenaufbereitung, insbesondere weil Banken, zu denen keine engen Geschäftsbeziehungen bestehen, vielfach weitergehendere Informationen verlangen, die eine Hausbank zur Entscheidungsfindung nur in Ausnahmefällen benötigt.

---

[1] Die inzwischen von einer Reihe von Unternehmen praktizierte Bilanzierung nach US-amerikanischen Vorschriften (IAS, GAAP) hat fallweise zu einer im Vergleich mit der Bilanzierung nach deutschem Handelsrecht wesentlichen Erhöhung des Eigenkapitals geführt.

Hinzu kommt die Befürchtung von Unternehmereigentümern, dass mit der Weitergabe von sensiblen Informationen das Risiko für ein Informationsleck steigt, das sich negativ auf die zukünftigen Erträge des Unternehmens auswirkt. Diese Gefahr wird von kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland meist hoch bewertet und führt in der Tendenz dazu, dass der Trade-off zwischen günstigeren Kreditkonditionen und einer weiteren Streuung oder gar Publizierung von betrieblichen Informationen und Geschäftsberichten im allgemeinen noch zugunsten einer engen Beziehung zur Hausbank fällt.

Die Unternehmensfinanzierung hat sich in den letzten Jahren - nach Größenklassen differenziert - sehr unterschiedlich entwickelt. Es fällt auf, dass bei kleinen und mittleren Firmen die Bankverbindlichkeiten weiter angestiegen sind, während der Anteil der Eigenmittel gleichzeitig zurückgegangen ist. Das Angebot alternativer Formen der Finanzierung, die im Laufe des letzten Jahrzehnts an Bedeutung gewonnen hat, spielt für diese Gruppe von Unternehmen keine Rolle.

Bei den größeren Unternehmen haben die Bankverbindlichkeiten in dieser Zeit an Bedeutung verloren. Eine Substitution durch Industrieobligationen oder andere verbriefte Verbindlichkeiten ist aber nur bei den größten Unternehmen festzustellen gewesen, die einen guten Zugang zum Kapitalmarkt haben. Für die Mehrheit der mittleren bis großen deutschen Unternehmen ist allerdings zu konstatieren, dass eine entsprechende Substitution zwischen verschiedenen Instrumenten der Außenfinanzierung nicht stattgefunden hat. Die Außenfinanzierung wurde durch eine verstärkte Innenfinanzierung z.B. über Pensionsrückstellungen ersetzt (Stark 2001).

2.5.2 Die deutschen Maschinenbauer stehen dem Einsatz von Risikokapital aufgeschlossen gegenüber

Der Markt für Risikokapital im engeren Sinn (i.e.S.) zur Finanzierung wegweisender, innovativer Produkte und die Gründung neuer Unternehmen ist eine wichtige Voraussetzung, um – insbesondere in den reifen Industrieländern – einen dynamischen Wachstumsprozess auszulösen.[1] Dieser Markt ist in Deutschland im Vergleich mit den angelsächsischen Ländern bisher schwach entwickelt. Der Markt für Risikokapital (i.w.S.) umfasst dagegen auch Formen der Finanzierung wie MBO, MBI, Leveraged Buy Outs etc., die im Schwerpunkt bei der Restrukturierung, Änderung von Eigentumsverhältnissen, der Realisierung großer strategischer

[1] Im angelsächsischen Sprachgebrauch wird der Begriff des Venture Capital üblicherweise nur auf die Finanzierung von Vorhaben im Zusammenhang mit der Finanzierung in den frühen Phasen der Unternehmensgründung und –expansion bzw. der Entwicklung neuer Produkte bis zur Marktreife bezogen.

Projekte zum Einsatz kommen. Dieses Segment der Private Equity Marktes hat im Gegensatz zu den anderen Bereichen traditionell eine gewichtige Bedeutung in Deutschland (Tab. 2.8).

Tabelle 2.8

Die Struktur der Finanzierungsphasen beim Einsatz von Risikokapital

<table>
<tr><th>Finanzierungsphasen</th><th>Anteile in %[a)]</th><th colspan="2">Zuordnung</th></tr>
<tr><td>Seed financing</td><td>4,5</td><td rowspan="3">Risikokapital im engeren Sinne (i.e.S.)</td><td rowspan="8">Risikokapital im weiteren Sinne (i.w.S.) = Beteiligungs-kapital (private equity)</td></tr>
<tr><td>Start-up financing</td><td>17,5</td></tr>
<tr><td>Expansion financing</td><td>42,7</td></tr>
<tr><td>Bridge financing</td><td>10,3</td><td rowspan="5">Sonstiges Risi-kokapital</td></tr>
<tr><td>Management buy out (MBO)</td><td>1,2</td></tr>
<tr><td>Management buy in (MBI)</td><td>15,3</td></tr>
<tr><td>Leveraged buy out (LBO)</td><td>3,1</td></tr>
<tr><td>Turnaround financing</td><td>1,2</td></tr>
<tr><td>Replacement capital</td><td>4,0</td></tr>
<tr><td colspan="4">a) Anteil am Wert des Gesamtportfolio des Gesamtmarktes 1999.</td></tr>
</table>

Quelle: Bundesverband deutscher Kapitalbetätigungsgesellschaften; ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

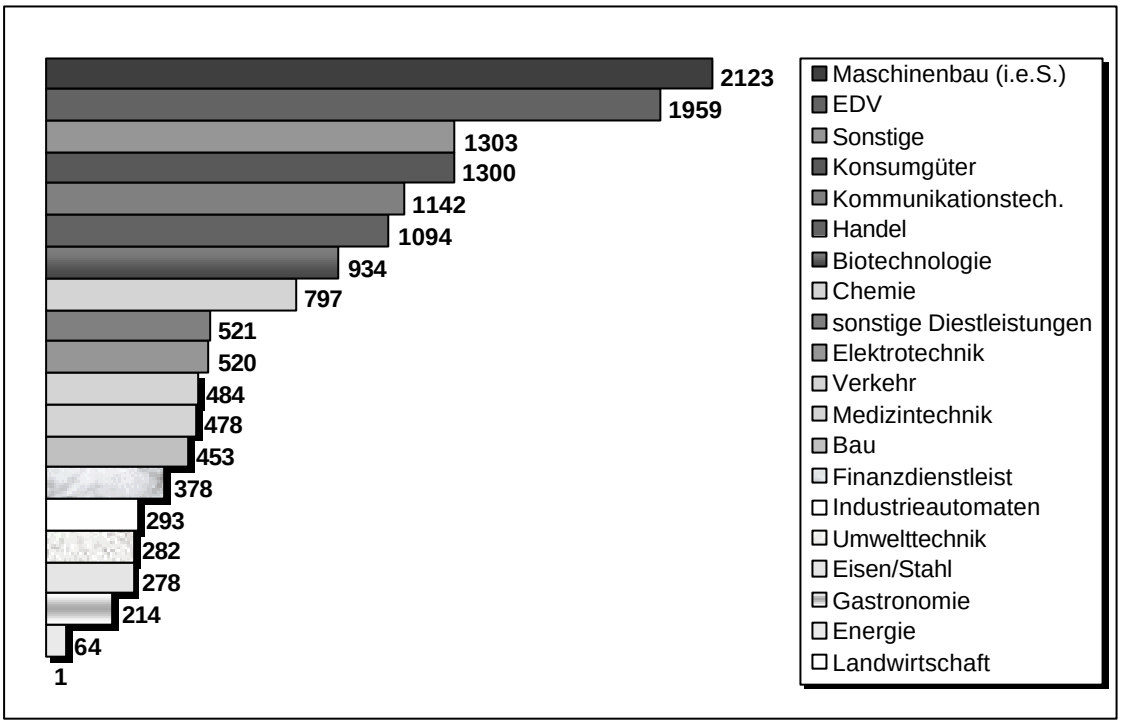
Erst in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre hat der Markt für Risikokapital (i.e.S.) einen dann allerdings bemerkenswerten Aufschwung in Deutschland erlebt. Im Zusammenhang mit dem starken Anstieg der Seed und Start-up Finanzierung haben auch Branchen bzw. Technologien an Bedeutung gewonnen, denen in der Vergangenheit nur eine untergeordnete Bedeutung auf dem Risikokapitalmarkt zukam. Unternehmen der Datenverarbeitung, der Kommunikationstechnik und Firmen, die auf dem Gebiet der Biotechnologie tätig sind, vereinigen inzwischen einen bedeutenden Anteil der Investitionen von Unternehmensbeteiligungsgesellschaften auf sich. (Abb. 2.9)

Abbildung 2.9

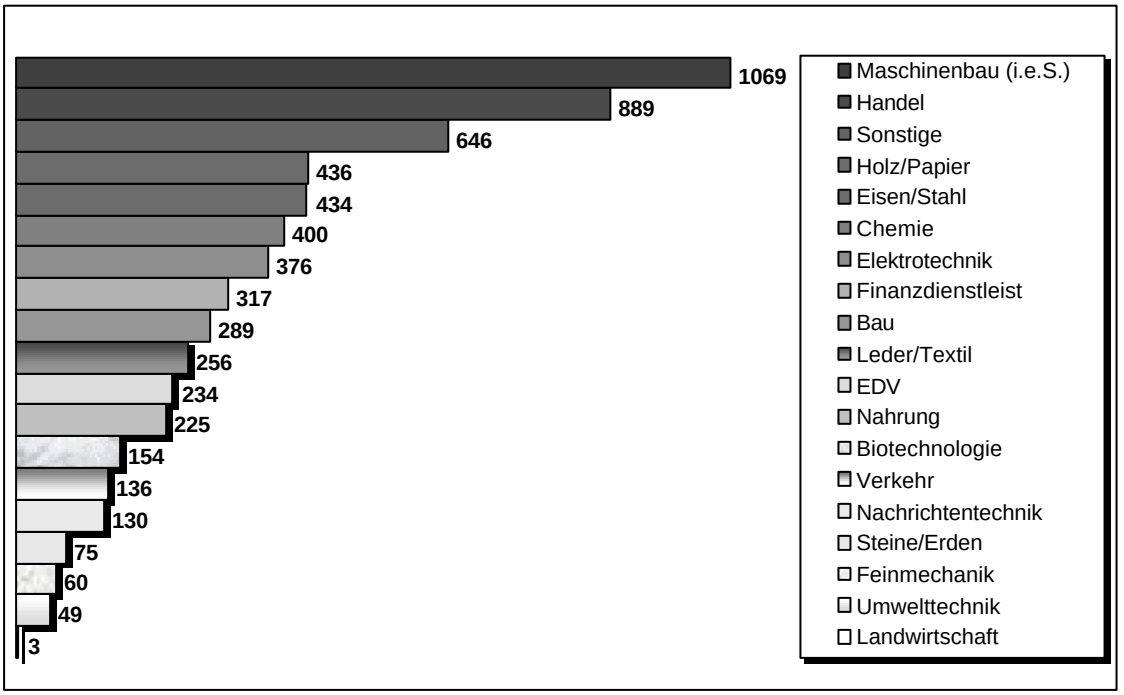
Die Verteilung des Beteiligungskapitals nach Branchen

– Gesamtportfolio in Mio. DM –

1999



1995



Quelle: Bundesverband deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (BVK), ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

Der stürmische Anstieg der Finanzierung mittels Risikokapitel hat zwar in den zurückliegenden Jahren vor allem Technologiebereiche und Branchen erreicht, die mit der sogenannten „New Economy“ in einer Verbindung standen. Dennoch hat der Maschinenbau, der meist als typische Branche der wenige Perspektiven besitzenden „Old Economy“ gesehen wurde, seine Position auf dem Beteiligungskapitalmarkt behaupten können. Wie schon im Jahre 1995 vereinigt der Maschinenbau auch 1999 den höchsten Anteil des in Deutschland investierten Risikokapitals (i.w.S.) auf sich. Allerdings sind auf den folgenden Plätzen Branchen zu finden, die ein halbes Jahrzehnt vorher noch weit unten in der Rangliste zu finden waren.

Es ist erwähnenswert, dass in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre das Gesamtportfolio des im Maschinenbau eingesetzten Beteiligungskapitals sich auf 2,1 Mrd. DM verdoppeln konnte, was einer durchschnittlichen jährlichen Rate von 18% entspricht. Diese Entwicklung war zwar nicht so dynamisch wie die für den gesamten Beteiligungskapitalmarkt mit einer durchschnittlichen Zuwachsrate von 25% per annum, in Anbetracht der vorherrschenden Präferenzen der potentiellen Investoren dennoch beachtlich.

Die große Bedeutung des Maschinenbaus als Nachfrager von Risikokapital (i.e.S.) steht traditionell in einem engen Zusammenhang mit der Finanzierung des Wechsels von Eigentümern, beispielsweise zur Regelung der Nachfolge in Unternehmen sowie die Finanzierung strategischer Vorhaben und die Restrukturierung. In diesen Fällen handelt es sich meist – anders als bei der Start-up und Seed Finanzierung - um Projekte, die meist einen umfangreichen Mitteleinsatz verlangen. An dieser Besonderheit dürfte sich in den vergangenen Jahren nicht viel geändert haben. Zu betonen ist allerdings, dass für den Einsatz von Beteiligungskapital zur Lösung von Nachfolgeproblemen bei Eigentümer geführten Maschinenbauunternehmen Erfahrung vorhanden ist und die verfügbaren Angebote angenommen werden. Die eingetretene Ernüchterung bei den Zukunftserwartungen für die so genannte „New Economy“ dürfte die Bereitschaft zu einem Engagement bei Kapitalgebern verbessert haben.

2.5.3 Die Zuführung von Eigenkapital durch einen Börsengang spielt für dem Maschinenbau noch keine große Rolle

Traditionell besteht wenig Interesse kleiner und mittlerer Unternehmen, den Kreis der Eigentümer zu erweitern. Im Zusammenhang mit der zunehmenden Öffnung von Märkten und der Internationalisierung des Wettbewerbs sehen jedoch auch mittelständischen Firmen sich mit Herausforderungen konfrontiert, die nicht mit den im Unternehmen verfügbaren Mitteln finan-

zierbar sind. Unter Berücksichtigung der meist schmalen Eigenkapitalbasis ist Fremdfinanzierung – wenn sie in großem Umfang überhaupt realisierbar ist – für die meisten Unternehmen teuer.

Die Möglichkeiten zur Verbreiterung der Eigenkapitalbasis haben sich in den vergangenen Jahren in Deutschland deutlich verbessert. Hier ist einmal die Rechtsform der so genannten „Kleinen Aktiengesellschaft“ zu nennen, für die die gesetzlichen Grundlagen im Jahr 1994 eingeführt wurden. Die kleine Aktiengesellschaft kann als Einpersonengründung vorgenommen werden und ist auf die Bedürfnisse einer Kapitalgesellschaft mit wenigen Eigentümern zugeschnitten. Sie erleichtert zum einen die Hereinnahme neuer Anteilseigner, ohne dass ein Börsengang notwendig ist. Zum anderen sind aufgrund der formalen Anforderungen an die Organe der Geschäftsführung und Aufsicht die Voraussetzungen gegeben, ohne eine Änderung der Rechtsform das Unternehmen an die Börse zu bringen. Das Unternehmen unterliegt dann allerdings den Vorschriften des entsprechenden Börsensegments.

Anfang 1997 wurde der sogenannte „Neue Markt“ als Segment des „Geregelten Marktes“ installiert. Für die Zulassung von Unternehmen wurde ein umfangreiches Regelwerk kodifiziert, das die Publizierung von Geschäfts- und Finanzinformationen nach internationalen Standards verlangt. Die Vorschriften für die Berichterstattung und die Kontrolle wurden in der jüngsten Vergangenheit zwar verschärft, dennoch ist dieses Marktsegment besonders auf die Bedürfnisse kleiner und mittlerer Unternehmen ausgerichtet, setzt jedoch Untergrenzen für das Volumen der frei handelbaren Aktien (Deutsche Börse 1999).

Von den Anfang 2001 fast 400 am „Neuen Markt“ gelisteten Unternehmen ist die Mehrzahl der so genannten „Neuen Ökonomie“ zuzuordnen. Es handelt sich überwiegend um Internetfirmen, Biotechnologiefirmen, Softwarehersteller, Telekommunikationsunternehmen etc.. Die Zahl der aufgrund ihres Leistungsangebots der Industrie zuzuordnenden Unternehmen belief sich zu Beginn des Jahres 2001 auf etwa 60. Unter ihnen sind viele Hersteller von IT-Produkten sowie Ausrüstungen und Maschinen für die Fertigung von IT-Erzeugnissen. Es lassen sich aber auch Zulieferer für die Automobilindustrie und Maschinenbauunternehmen identifizieren. Die Industriefirmen sind verschiedenen Segmenten des „Neuen Marktes“ mit folgenden Teilindices zugeordnet:

- Technology,
- Industrials and Industrial Services und
- Medical Technology and Health Care

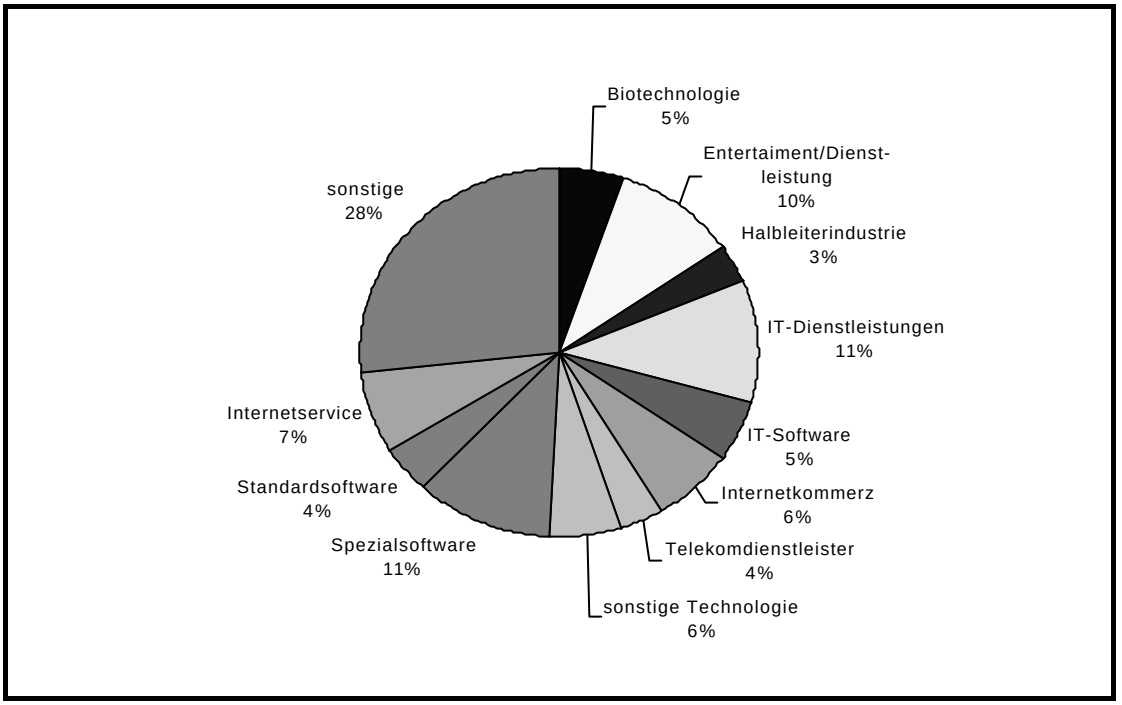
Die meisten der Industriefirmen sind allerdings im 56 Firmen umfassenden NEMAX Technology Index zu finden. Allein 43 der Unternehmen dieses Segments können der Industrie zugerechnet werden. Die Marktkapitalisierung der in diesem Teilsegment gehandelten Firmen war zwischen Mai 2000 und August 2001 um gut 75% gesunken. Im Vergleich mit dem NEMAX All Share Index, der in diesem Zeitraum um 85% schrumpfte, ist die Performance der im Technology Index zusammengefassten Firmen weniger schlecht. Die übertriebenen Erwartungen in Hinblick auf die Wachstums- und Gewinnpotentiale bei den am „Neuen Markt" gelisteten Firmen haben vor allem die Unternehmen getroffen, die eindeutig der sogenannten Neuen Ökonomie zugerechnet werden. (Abb. 2.10).

Ungefähr 20% der insgesamt 60 Industriefirmen am „Neuen Markt" können dem Maschinenbau (i.w.S.) zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich allerdings nicht nur um die Hersteller von Maschinen, sondern auch von Komponenten, beispielsweise Laserstrahlquellen, die überwiegend an den Maschinenbau (i.e.S.) geliefert werden. Wenn die gegenwärtige Konsolidierungsphase am „Neuen Markt" abgeschlossen ist und in Folge eines verschärften Regelwerks dieser Markt bei potentiellen Investoren wieder an Reputation gewonnen hat, kann der Börsengang auch für kleinere und mittlere Maschinenbauunternehmen attraktive Möglichkeiten zur Beschaffung von Mitteln für Investitionen bieten, um die Herausforderungen der Globalisierung bewältigen zu können. Es kann spekuliert werden, dass sich gerade für Industriefirmen der sogenannten „Old Economy" sich die Chancen – relativ zu den Hoffnungsträgern der vergangenen Jahre – erhöhen, Investoren zu finden. Insbesondere Maschinenbauunternehmen mit einem traditionellen Produktionsprogramm sollten dann die Möglichkeiten einer Kapitalerhöhung durch eine Börsengang prüfen.

Abbildung 2.10

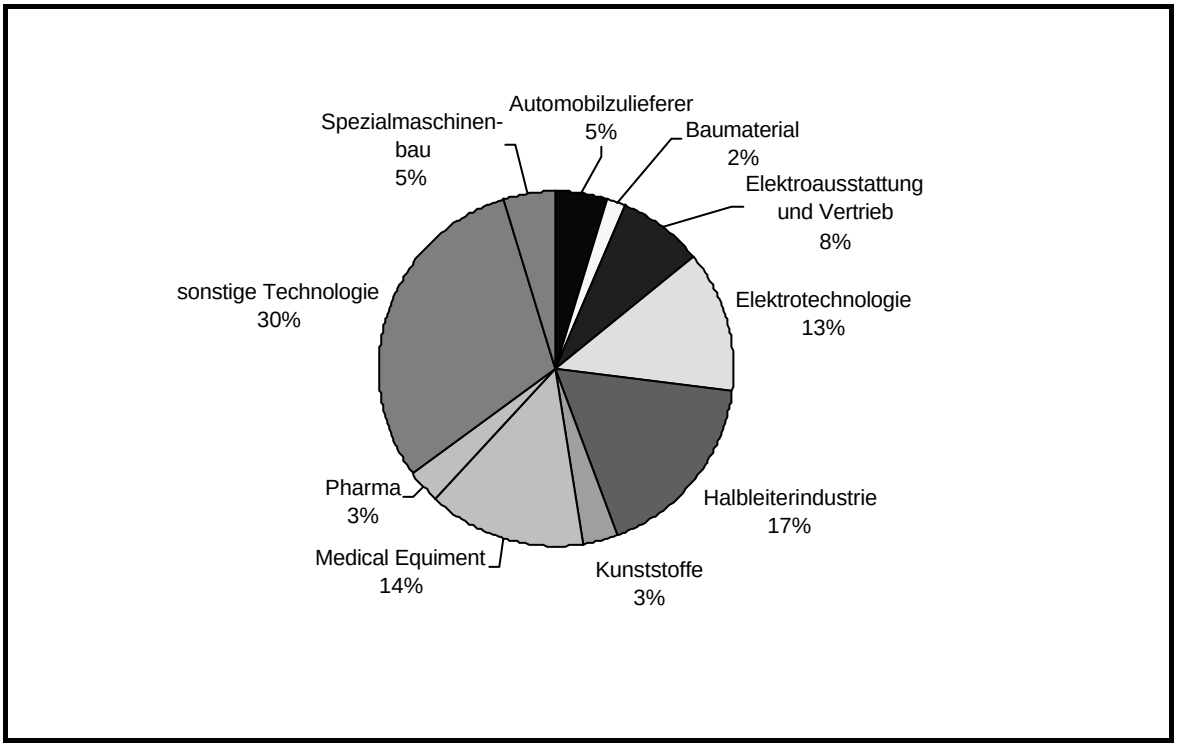
Die Zusammensetzung des NEMAX All Share Index nach Branchen

- Anteile an der Zahl der Unternehmen in % -



Industriewerte im Nemax-All-Share nach Branchen

(Die hier genannten Branchen sind oben z.T. unter „Sonstige“ aufgeführt)



Quelle: Neuer Markt AG, ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

2.5.4 Der Wandel im Bankensektor stellt hohe Anforderungen an Maschinenbauunternehmen

Das Bankensystem in Deutschland ist - trotz eines Konsolidierungsprozesses in der Branche - durch eine Vielzahl unabhängiger Institute gekennzeichnet. Gemessen an der Zahl spielen die meist sehr kleinen Kreditgenossenschaften immer noch eine herausragende Rolle, gefolgt von den im öffentlichen Bereich befindlichen Sparkassen. Die privaten Kreditbanken haben nur einen Anteil von gut 10% an allen Instituten. Der durch Zusammenschlüsse gekennzeichnete strukturelle Wandel des Bankensystems hat vor allem bei den Kreditgenossenschaften und den Sparkassen – die in erster Linie für die Finanzierung kleiner und mittlerer Unternehmen von Bedeutung sind - zu einer deutlichen Reduzierung der Zahl der Institute geführt.[1]

Neben der Straffung des Vertriebsnetzes zeichnet sich eine Verschiebung der Gewichtung verschiedener Dienstleistungen im Bankensektor ab. So hat seit Anfang der neunziger Jahre einerseits der Anteil des Firmenkundengeschäfts am Kreditgeschäft mit Nichtbanken laufend an Bedeutung verloren, und ist zwischen 1992 und 1999 von 50% auf 41% gefallen. Andererseits ist die Unternehmensfinanzierung durch eine dynamische Zunahme der Ausgabe börsengehandelter Finanztitel gekennzeichnet. Der Geschäftsschwerpunkt der Banken hat sich in Bereiche verlagert, in denen die Rendite bezogen auf das regulatorische Eigenkapital am höchsten ist (Hartmann-Wendels 2000).

Die gegenwärtig zu beobachtenden, strukturellen Veränderungen im deutschen Bankensystem werden in den kommenden Jahren wesentlich durch zwei Faktoren verstärkt. Es handelt sich hierbei zum einen um den Basel II Akkord und zum anderen um die von den privaten Banken bei der Europäischen Kommission eingebrachte Beihilfebeschwerde gegen die Anstaltslast und die daraus resultierende gegenüber den Landesbanken und Sparkassen bestehenden Gewährträgerhaftung. Letzteres wird dazu führen, dass die Ausstattung mit Eigenkapital bei den öffentlichen Banken wesentlich verbessert werden muss. Es steht zu erwarten, dass sich in der Folge die Konditionen im Kreditgeschäft verschlechtern, evtl. auch das Volumen der Geschäftstätigkeit tangiert wird.

---

[1] Für eine Beschleunigung des Strukturwandels spricht neben den Größennachteilen kleiner und mittlerer Kreditinstitute, dass sie i.a. kein so gutes Rating wie ihre großen Konkurrenten erhalten werden und sie sich somit teurer refinanzieren müssen.

Der Basler Ausschuss für die Bankenaufsicht strebt eine Neuregelung der Eigenkapitalvereinbarung von 1998 an, um eine international vergleichbare und angemessene Berücksichtigung der unterschiedlichen Risiken im Bankgeschäft zu erreichen[1]. Ein entsprechendes Konsultationspapier wird gegenwärtig diskutiert und soll nach dem Abstimmungsprozess Anfang 2005 umgesetzt werden. Auch wenn aus heutiger Sicht mit zeitlicher Verzögerung gerechnet werden kann, ist doch davon auszugehen, dass die in dem Vorschlag zu erkennende Konzeption im Wesentlichen umgesetzt wird.

Die Mindesteigenkapitalanforderungen werden voraussichtlich gravierende Auswirkungen auf die Finanzierung von Unternehmen haben. Von besonderer Bedeutung ist das Risiko, das entsprechend der Bewertung eine unterschiedlich hohe Unterlegung eines Kredits mit Eigenkapital der Bank erfordert. Bei der Anwendung der bisher schon gültigen Standardmethode gibt es für Unternehmenskredite nur ein Risikogewicht, nämlich 100%, d.h. alle Kredite an Unternehmen sind mit 8% Eigenkapital zu unterlegen. Nach dem Vorschlag aus dem Konsultationspapier sind in Zukunft für Unternehmenskredite auch die Risikogewichte 20%, 50% und 150% zulässig, d.h. bei einem geringen Risiko muss ein Kredit nur mit 1,6% Eigenkapital unterlegt werden, während hohe Risiken und Kredite mit langen Laufzeiten mit bis zu 12% Eigenkapital unterlegt werden müssen.

Dies ist für den Maschinenbau in zweifacher Weise ein besonderes Problem. Denn erstens steht in Anbetracht der vielen kleinen und mittleren Unternehmen, die im statistischen Mittel ein höheres Ausfallrisiko besitzen und üblicherweise eine niedrige Eigenkapitalquote aufweisen, eine hohe Bewertung des firmenspezifischen Kreditrisikos in einem formalen Ratingverfahren zu befürchten. Zweitens lassen die für den Maschinenbau typischen starken Nachfrageschwankungen auch bei den ebenfalls im Rating für ein Unternehmen zu verwendenden branchenspezifischen Indikatoren einen Risikozuschlag erwarten.

Eine wichtige Voraussetzung für eine dem Kreditrisiko angepasste Unterlegung mit Eigenkapital besteht in einem formalisierten Bewertungsverfahren. Ein Firmenrating kommt bisherin Kontinentaleuropa. insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen jedoch selten zum

---

[1] Der Basler Ausschuss für Bankenaufsicht ist ein Ausschuss der Bankenaufsichtsbehörden, der von den Präsidenten der Zentralbanken der Zehnergruppe 1975 ins Leben gerufen wurde. Er setzt sich zusammen aus hochrangigen Vertretern der Bankenaufsichtsbehörden und Zentralbanken von Belgien, Deutschland, Frankreich, Italien, Japan, Kanada. Luxemburg, den Niederlanden, Schweden, der Schweiz, den USA und dem Vereinigten Königreich. Der Ausschuss tritt in der Regel bei der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (BIZ) in Basel zusammen, wo sich auch sein ständiges Sekretariat befindet.

Einsatz. Persönliche Kontakte und langjährige Geschäftsbeziehungen spielen dagegen eine große Rolle im Kreditgeschäft. Die erwartete Neuregelung wird zu einer Veränderung der Beziehung zwischen mittelständischen Maschinenbauunternehmen und ihren Banken führen. An das Berichtswesen, die Dokumentation von Betriebsabläufen, Geschäftsplänen werden hohe Anforderungen gestellt werden.

Für die kleinen und mittleren Maschinenbauer stellt der Gesamtaufwand für ein Rating, sowohl die interne Vorbereitung als auch die Kosten für den Einsatz einer Agentur, eine hohe Belastung dar[1] Potenzielle Vorteile sollten - gerade weil die beschriebene Entwicklung unvermeidbar ist – für die Unternehmen Anlass sein, die Herausforderung offensiv aufzunehmen. Ein Rating verlangt neben einer umfassenden Bilanz- und Finanzanalyse die Bewertung der Entwicklungsperspektiven für das Unternehmen, so dass eine umfassende Analyse von Management und Organisation, Produkten, Märkten und Technik im Vorfeld notwendig ist. Die Vorbereitung und Durchführung eines Rating können somit, wenn die entsprechenden Überlegungen bisher nicht angestellt wurden, durchaus zu einer Verbesserung der strategischen Ausrichtung für ein Unternehmen beitragen. Mit Hilfe eines Rating erwerben Unternehmen zusätzlich ein allgemeines Marktsignal, das sie gegenüber allen Stakeholdern (Kreditgebern, Investoren, Lieferanten und Kunden) zu einer fundierten Bewertung verwenden können.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein methodisch fundiertes Rating von Unternehmen in der Tendenz zu einem besser funktionierenden Finanzmarkt beitragen kann. Die Informationsasymmetrie wird abgebaut. Die Gefahr, dass leistungsfähige Unternehmen von den Banken nicht als solche erkannt werden (adverse selection), wird verringert. Es kann davon ausgegangen werden, dass die von den Banken ausgereichten Mittel effizienter eingesetzt werden. Dies bedeutet allerdings, dass es zu einer größeren Spreizung der Finanzierungskosten kommen wird. Für den Maschinenbau insgesamt kommt es darauf an, dass die beiden für die Branche spezifischen Merkmale der geringen Unternehmensgröße und der Volatilität der Nachfrage nicht zu einer Verschlechterung der Kreditkonditionen führen.

---

[1] Die Preisspanne für ein Rating ist gegenwärtig noch sehr groß. Die RS Rating und Services AG sieht die Preisuntergrenze für kleine Unternehmen, bei einer guten internen Vorbereitung bei 10.000 DM. Häufig werden allerdings Beträge genannt, die zwischen 30.000 DM und 50.000 DM liegen. So ist für ein Unternehmen mit 18 Mio. DM Umsatz und mit einer für seine Größe durchschnittlichen Bilanzstruktur bei einem Rating, das einen Zinsvorteil von 25 Basispunkten bringt und nur 15.000 DM kostet, erst der Break-even-Point erreicht. Vgl.: H. Krämer-Eis, Ratings, Basel II und die Finanzierungskosten von KMU, in: KfW-Beiträge zur Mittelstands- und Strukturpolitik, S. 21ff. www.kfw.de/DE/ research/pdf/kmu.pdf.

2.8 Fazit und Ausblick

Der deutsche Maschinenbau besitzt eine Produktionsfunktion, die in auffälliger Weise vom Durchschnitt der Industrie abweicht. Sie ist durch eine höhere Arbeitsintensität und höhere Arbeitskosten pro Beschäftigten gekennzeichnet. Die höheren Arbeitskosten stehen in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der Beschäftigungsstruktur. Facharbeiter, hochqualifizierte Technikern und Ingenieure haben ein überproportionales Gewicht, gemessen an der Industrie. Diese Besonderheit lässt sich für den Maschinenbau in den meisten anderen Industrieländern nachweisen. Sie steht in einem sehr engen Zusammenhang mit dem Leistungsangebot der Branche, das durch einen hohen Anteil technisch komplexer Erzeugnisse geprägt ist, die bei Entwicklung, Konstruktion und Produktion entsprechend qualifiziertes Personal benötigt. Im Gegensatz zu anderen Branchen ist der Maschinenbau aufgrund des Vorherrschens von Einzel- und Kleinserienfertigung nur bedingt in der Lage, Skaleneffekte zu realisieren.

Die für den Maschinenbau charakteristische Struktur der Beschäftigung hat in den neunziger Jahren an Akzent gewonnen. Während die Zahl der gering Qualifizierten seit der Rezession 1992/93 bis zum aktuellen Rand rückläufig war, hat sich die Zahl der Ingenieure - nach einem leichten Rückgang Mitte der neunziger Jahre - auf hohem Niveau stabilisiert. Hinter dieser Entwicklung verbergen sich zwei Tendenzen, einmal hat der Technologiegehalt der Erzeugnisse zugenommen, zum Zweiten ist mit dem Aufbau internationaler Produktionsnetzwerke ein Trend zur Fokussierung der inländischen Fertigung auf Know-how getragene Schlüsselbereiche erfolgt, die zu einem Kapazitätsabbau in anderen Fertigungsbereichen führte.

Dies weist darauf hin, dass der hohe Facharbeiteranteil im Maschinenbau, der über die schwierigen Jahre hinweg Bestand hatte, nicht abnehmen, sondern eher steigen wird. Die Fertigung wird facharbeiterzentriert bleiben. Trotzdem wird im Maschinenbau die Entscheidung „make-or-buy“ beim Humankapital tendenziell in die Richtung Beschaffung verschieben. Der Bedarf an physikalisch-technischem Grundlagenwissen und einem interdisziplinären naturwissenschaftlichen Verständnis steigt, auch wenn im Maschinenbau langjährige Erfahrung unverzichtbar bleibt. Die Tendenz zu generell steigenden Qualifikationsanforderungen wird sich fortsetzen. Ein Auseinanderdriften der Qualifikationen, wie von manchen Autoren befürchtet, ist auch auf Grund der Einführung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien nicht zu erwarten.

Gegenwärtig ist ein Engpass beim Angebot an Ingenieuren festzustellen, der neben der gestiegenen Nachfrage auf den Rückgang der Studienanfänger in den neunziger Jahren zurückzuführen ist. Dies stellt für den Maschinenbau aufgrund der zunehmend von technischem Know-how abhängigen Innovations- und Produktionsprozesse eine Belastung dar. Der Ingenieurmangel wird sich erst nach dem Jahr 2003 abschwächen. Ein Engpassfaktor wird insbesondere das Angebot an Elektroingenieuren bleiben, deren Anteil am technischen Fachpersonal steigen wird. Der Nachfrage nach Doppelqualifikationen in Programmierung und Maschinenbautechnologien wird ebenfalls nur schwer zu befriedigen sein.

Aufgrund der gegenwärtigen konjunkturellen Abkühlung wird dieser Engpass beim technisch qualifizierten Arbeitsangebot an Bedeutung verlieren, ob aber der erwartete leichte Anstieg der Absolventenzahlen an den Hochschulen bei einer konjunkturellen Erholung ausreicht, muss als fraglich gesehen werden. In Anbetracht der Tatsache, dass ein gut qualifiziertes und ausreichendes Angebot an Ingenieuren und technischen Fachkräften einer der zentralen komparativen Vorteile für den Maschinenbau in Deutschland darstellt, dürfen die Anstrengungen in der gegenwärtigen Situation nicht nachlassen, das Interesse an einer technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildung zu fördern. Sonst besteht aufgrund der Durchlaufzeiten an den Hochschulen das Risiko eines Schweinezyklus auf dem Arbeitsmarkt für Ingenieure.

Ein weiterer Vorteil des Maschinenbaus am Standort Deutschland besteht in seiner Einbindung in ein international wettbewerbsfähiges Cluster der Metallverarbeitung. Die Unternehmen der Branche sind auf ein breites und technologisch führendes Angebot an Vorleistungen angewiesen, das zumeist aus der Metallindustrie stammt. Dies gilt prinzipiell auch im Zeitalter von „New Economy“ und Globalisierung, da es sich selbst Vorleistungen oft um erklärungsbedürftige Produkte handelt. Auf die Tendenzen beim Aufbau von internationalen Produktionsnetzwerken wird unten noch eingegangen.

Die Verlagerung von Teilen der Produktion betrifft insbesondere die Herstellung von Vorerzeugnissen, die nur eine geringe Wertschöpfung je Zeiteinheit Arbeit beinhalten. Im Zusammenhang mit den im Durchschnitt hohen Arbeitskosten je Beschäftigten im Vergleich zur Industrie und der geringen Lohndifferenzierung, wird ein Selektionsprozess angestoßen, der zu einer Konzentration im Maschinenbau auf hochwertige Produkte (horizontal) und Prozesse (vertikal) beiträgt. Dieser, die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen stärkende Strukturwandel führt allerdings zum Verlust von Arbeitsplätzen für weniger Qualifizierte. Diese Ent-

wicklung hat sich schon in den neunziger Jahren im Wandel der Beschäftigungsstruktur deutlich niedergeschlagen. Sie wird sich tendenziell in der Zukunft fortsetzen.

Der Maschinenbau wird in der wirtschaftspolitischen Diskussion im Allgemeinen als eine mittelständische Branche beschrieben, die durch kleine und mittlere, von Eigentümern geführten Unternehmen geprägt wird. Dies Bild ist der Komplexität der Struktur der Branche nicht angemessen. Neben diesem Prototyp spielen auch Konzerne und Beteiligungsgesellschaften eine wichtige Rolle. Letztere treten in der Öffentlichkeit kaum in Erscheinung, insbesondere wenn es sich um in Familienbesitz befindliche Gruppen handelt. Eine hohe Konzentration des Kapitals auf einen oder wenige Eigentümer ist auch bei den verflochtenen Unternehmen im Maschinenbau vorherrschend. Einerseits bleibt damit das Potenzial für Zielkonflikte mit dem Management im Bereich der Corporate governance niedrig und andererseits signalisieren die Eigentümer durch ihre hohe Beteiligung am Unternehmen Risikobereitschaft und langfristiges Interesse. Das Attribut „mittelständisch“, das in der wirtschaftspolitischen Diskussion eng mit diesen Verhaltensweisen verbunden ist, kann demnach auf die Branche weiterhin angewandt werden.

Zunehmende Unternehmensverflechtungen besitzen ein Potenzial, die Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen zu verbessern. Gegenüber größeren Konkurrenten können im Verbund Skaleneffekte realisiert werden, und zwischen verbundenen Unternehmen besteht eine enge Kommunikation und Koordination. Die vielfach an mittelständische Unternehmen gerichtete Empfehlung, verstärkt zu kooperieren, wird durch wachsende Verflechtungen tendenziell in die Tat umgesetzt.

Die Veränderung von Unternehmensstrukturen wird durch zwei weitere Faktoren vorangetrieben, die seit den neunziger Jahren vorherrschende Fokussierung der Unternehmen auf ihren Kernkompetenz und die Unternehmenssteuerreform, die zu Steuerbefreiung von Veräußerungsgewinnen führt. Beide Faktoren lassen gerade für die Unternehmensgruppen im Maschinenbau einen Strukturwandel erwarten. Partiell wird es zu einer Entflechtung kommen, bei der periphere Geschäftsgebiete veräußert und Kernkompetenzen gestärkt werden. Eine verbesserte Allokation der Ressourcen sollte die Folge sein. Unter dem Aspekt der Globalisierung ist diese Entwicklung geeignet, die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen auf Auslandsmärkten zu stärken. Allerdings müssen gerade Maschinenbauer, die starken zyklischen Nachfrageschwankungen ausgesetzt sind, das erhöhte Risiko bei einer Fokussierung auf einzelne Marktsegmente berücksichtigen.

Ein herausragendes Phänomen der Globalisierung ist die Öffnung der Finanzmärkte und eine Angleichung der Rahmenbedingungen, insbesondere das Basel II Abkommen ist zu nennen. Für den Maschinenbau ergeben sich hieraus wichtige Veränderungen. So wird die in Deutschland übliche Unternehmensfinanzierung mittels langfristiger Kredite schwieriger und teurer werden. Dies gilt für den Maschinenbau im Allgemeinen, da davon ausgegangen wird, dass die Volatilität der Nachfrage als ein Branchen typisches Merkmal als Risikofaktor für alle Unternehmen in die Bewertung eingehen wird. Für kleinere und mittlere Unternehmen kommt hinzu, dass sie aufgrund der üblicher Weise niedrigen Ausstattung mit Eigenkapital schlechter als andere Unternehmen geratet werden.

Die Stabilität der Geschäftsbeziehungen und die geringe Publizitätsneigung von kleinen und mittleren Unternehmen bedingt im Extremfall eine quasimonopolistische Stellung der Gläubigerbank. In Anbetracht des sich abzeichnenden Wandels ist zu erwarten, dass sich die Verhandlungsposition der Kredit suchenden Unternehmen verschlechtert. Eine Lösung des Problems ist nur über eine Verbesserung des Zugangs zum Finanzmarkt mittels einer höheren Bereitschaft zur Publizität zu erreichen. Dies muss bei vielen Unternehmen durch eine Verbesserung der Ausstattung mit Eigenkapital begleitet werden. Die Bedeutung dieser Maßnahmen wird zusätzlich noch dadurch unterstrichen, dass es zu einer stärkeren Differenzierung der Zinskosten in Abhängigkeit von einer formalen Risikobewertung kommen wird.

Die in Zukunft stärker formalisierte Bewertung von Kreditrisiken muss antizipiert werden, da das hierfür notwendige Instrumentarium nicht in kurzer Zeit in ausreichender Zuverlässigkeit aufgebaut werden kann. Das gesamte Berichtswesen muss darauf ausgerichtet werden, dass es die für ein Rating notwendigen Informationen liefert. Die Geschäftsplanung ist auf eine durch Dritte nachvollziehbare Basis zu stellen. All dies verlangt von den Unternehmen zwar zusätzliche Anstrengungen, bietet aber auch die Chance, die strategische Position gegenüber Wettbewerbern zu verbessern. Es kann schon in der gegenwärtigen Situation die Stellung eines Unternehmens gegenüber seinen Gläubigern stärken und den Zugang zum Finanzmarkt erleichtern.

Schwieriger ist es für viele Unternehmen, der geringen Ausstattung mit Eigenkapital zu begegnen.[1] Hier wird u.U. nur die Möglichkeit bestehen, eine Kapitalzufuhr über eine Erweiterung des Kreises der Eigentümer anzustreben, die für größere Unternehmen über den Gang an die Börse möglich ist. Andere Alternativen ergeben sich über die Hereinnahme weiterer Eigentümer, beispielsweise durch eine Änderung der Rechtsform in die so genannte Kleine Aktiengesellschaft, oder die Beteiligung einer Risikokapitalgesellschaft.

[1] Sofern sich heraus stellt, dass es sich bei der niedrigen Eigenkapitalausstattung, die zum Teil zumindest auf das strenge Niederstwertprinzip bei der Bewertung von Vermögenswerten des HGB zurückzuführen ist, wird die Frage aufgeworfen, in wieweit nicht eine Änderung sinnvoll ist. Es kann die Gefahr bestehen, dass dieses Phänomen eine effiziente Allokation der Ressourcen behindert.

3 Wandel im Leistungsangebot durch Produktinnovation und Dienstleistungen

Der deutsche Maschinenbau ist angesichts seiner Marktstellung und Kostenstruktur auf ein hochwertiges Leistungsangebot angewiesen, um wettbewerbs- und zukunftsfähig zu sein und zu bleiben. In diesem Kapitel des Berichts soll daher untersucht werden, inwieweit sich die Produkte und Dienstleistungen des Maschinenbaus gewandelt haben bzw. welche Wandlungen zu erwarten sind und welche Konsequenzen diese Entwicklungen für die Zukunft des Maschinenbaus haben.

Im Einzelnen sind dabei folgende Dinge von besonderem Interesse:

- Für eine hochwertige Produktpolitik ist das Vorrangstellung im Wettlauf der Technologien für den Maschinenbau entscheidend. Im Kapitel 3.1 sollen daher die Innovationsaktivitäten hinsichtlich Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen und Anteile neuer Produkte im Angebot der Betriebe untersucht werden (Kapitel 3.1.1). Die Analyse der Patentieraktivitäten des deutschen Maschinenbaus (Kapitel 3.1.2) unterstreicht, dass der deutsche Maschinenbau im internationalen Vergleich weiterhin an erster Stelle steht. Von besonderem Interesse für die Zukunftsfähigkeit ist allerdings auch die Analyse der Patentieraktivitäten zwischen Maschinenbautechnik und den Technologien, die gemeinhin mit den Begriffen der New Economy verbunden werden (vgl. Kapitel 1). Die Befunde hierzu finden sich im Abschnitt 3.1.3.
- Neben den jetzt zurzeit laufen Aktivitäten im Maschinenbau sind angesichts des Zeithorizonte der vorgelegten Studie die zu erwartenden neuen Produkte von besonderer Bedeutung. Sie – und so zeigen die Befunde – sind auch aus der Herausforderung für das traditionelle Innovationssystem und – Vorgehensweisen des Maschinenbaus zu verstehen (Kapitel 3.2).
- Neben der Entwicklung neuer Produkte mit Hochtechnologien erfordert der Weg zur Systemführerschaft auch das Beherrschen umfangreicher produktbegleitender Dienstleistungen. Die Aktivitäten, Erfolge und Probleme mit diesen in den letzten Jahren auch besonders vom VDMA propagierten Strategie sollen im Kapitel 3.3 diskutiert werden.
- In einem Ausblick werden die Ergebnisse zum jetzigen Stand im Technologiewettlauf, zu den Herausforderungen an die traditionellen Innovationsstrategien und die Probleme mit den Handlungsprozessen im Dienstleistungsangebot zusammengefasst.

Die empirischen Grundlagen für die dargestellten Funde stammen aus Befragungen des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung (Innovationstest), aus den Fraunhofer-ISI-Erhebungen *Innovationen in der Produktion* sowie ISI-Patentanalysen auf der Basis der Daten des Europäischen Patentamtes. Ergänzend wurde mit Wissenschaftlern des Fraunhofer-Verbunds Produktion ein Workshop zu zukünftigen Entwicklungen durchgeführt.

3.1 Maschinenbauprodukte im Technologiewettlauf

3.1.1 Forschung, Entwicklung und Produktneuheiten

Die Beschleunigung technologischer Entwicklungen, die fortschreitende Internationalisierung und der steigende Wettbewerbsdruck insbesondere auf den Volumenmärkten tangieren die exportorientierte und mit hohen Lohnkosten arbeitende deutsche Industrie in besonderem Maße. Inwieweit die Gesellschaft langfristig an Wachstum und Wohlstand partizipieren kann, hängt entscheidend von der technologischen Leistungsfähigkeit und der kontinuierlichen und manchmal sprunghaften Umsetzung der Technologien in marktfähige innovative Produkte oder verbesserte Produktionsprozesse ab.

Aus dem „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit 2000“ geht hervor, dass Deutschland die nachhaltige Festigung der Innovationskraft im weltweiten Technologiewettbewerb noch nicht erreicht hat. In diesem Bericht heißt es, dass noch ein gewaltiger Strukturwandelbedarf, vor allem in Richtung junger, anspruchsvoller Spitzentechnologien bestehe (BMBF 2001). Die Schwächen im Bereich der Zukunftsvorsorge sind bei einem günstigen weltwirtschaftlichen Umfeld kaum sichtbar, drohen aber bei einem konjunkturellen Tief umso offensichtlicher zu werden. Ein Risiko liegt in dem hohen Gewicht des Fahrzeugbaus für die positive Entwicklung der Innovationen am aktuellen Rand. Er prägt das deutsche Innovationssystem wie kein anderer Sektor. Es bestehen also Bedenken, ob die Innovationsanstrengungen der deutschen Industrie breit genug angelegt sind, um eventuellen Turbulenzen im Inland oder auf dem Weltmarkt erfolgreich begegnen zu können.

Eine Verbreiterung der Innovationsanstrengungen zur nachhaltigen Verbesserung der Position Deutschlands im Technologiewettbewerb sollte nicht nur in den Bereichen der jungen Spitzentechnologien, sondern auch bei den hochwertigen Technologien, in denen Deutschland traditionell stark ist, angestrebt werden. Zu diesen zählt neben dem Automobilbau, der Elektrotechnik und anderen auch der Maschinenbau. Es soll im Folgenden gezeigt werden, dass nur ein Teil der Anstrengungen im Technologiewettbewerb durch die Ausgaben in Forschung- und

Entwicklung (FuE) sichtbar gemacht wird und dass dies besonders für die Bestimmung der Position des Maschinenbaus relevant ist.

Gemessen an den Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) kann der deutsche Maschinenbau nicht als spitzentechnologische Branche bezeichnet werden. Die Zahlen des Stifterverbandes der deutschen Wirtschaft zu den Pro-Kopf-Aufwendungen und den Umsatzanteilen der FuE weisen dem Maschinenbau einen Platz weit unter der Chemischen Industrie, der Herstellung von Büromaschinen und dem Automobilbau zu (vgl. Tab. 3.1).

Tabelle 3.1

FuE-Aufwendungen in ausgewählten Branchen in Deutschland

Branche	FuE-Gesamtaufwendungen 1997[a)]		
	Insgesamt	Je Beschäftigten.	Anteil am Umsatz
	%	Tsd. DM	%
Chemische Industrie	19,9	28,27	6,5
Maschinenbau	11,0	9,53	3,4
Herstellung von Büromaschinen, etc.	22,3	22,40	6,7
Fahrzeugbau	39,8	27,87	6,4
Verarbeitendes Gewerbe	100	17,49	4,6
a) Interne und externe FuE-Aufwendungen nur der Betriebe mit FuE-Aufwendungen			

Quelle: Stifterverband der deutschen Wissenschaft, 2000; Berechnungen des Ifo-Instituts.

Eine von den ausgewiesenen FuE-Ausgaben abgeleitete Kritik an der Innovationskraft des Maschinenbaus wird jedoch den Besonderheiten des Innovationsgeschehens im Maschinenbau nicht gerecht. Das maschinenbautypische Innovationsmodell führt dazu, dass viele Neuerungen nicht der FuE zugeordnet werden und damit betriebswirtschaftliche eindeutig identifizierbar sind. Stattdessen fällt ein großer Teil der Innovationsanstrengungen unter den Bereich der Entwurfs- und Konstruktionsarbeit. Einen Beleg dafür liefern die Innovationserhebungen, die vom Ifo- Institut durchgeführt werden. Sowohl im Ifo- Innovationstest und bei der Sonderfrage des Ifo- Konjunkturtests wird eine breit angelegte und damit nicht auf FuE gestützte Definition der Innovationstätigkeit verwendet[1] Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass

[1] Auf dieser definitorischen Grundlage werden auch die Innovationserhebungen in den OECD-Ländern durchgeführt. Zur Definition von „Innovation“ für international vergleichbare Untersuchungen siehe: OECD (1992).

sich der technische Fortschritt überwiegend aus einer Vielzahl kleiner, marginal erscheinender Schritte zusammensetzt, ohne deren Berücksichtigung er nicht angemessen erfasst werden kann.

Die Struktur des Innovationsbudgets im Maschinenbau unterscheidet sich besonders in einem Punkt vom Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes: Der Maschinenbau konzentriert seine Ausgaben in weitaus höherem Maße auf den Bereich Konstruktion und Produktdesign. Forschung und experimentelle Entwicklung spielen dagegen eine geringere Rolle als im verarbeitenden Gewerbe insgesamt (vgl. Tab. 3.2). Die Suche nach Alternativen und die geduldige Entwicklungsarbeit finden zum großen Teil in den Konstruktionsbüros statt und nicht in ausgewiesenen Forschungsabteilungen. Gerade in kleinen und mittleren Betrieben, aber auch generell dort, wo sich der Maschinenbau auf Unikate statt auf Standardgüter spezialisiert, wird ein großer Teil der FuE-Ausgaben der Statistik entzogen.

In Branchen mit geringeren technologischen Gegebenheiten ist der technische Fortschritt auf Grund von älteren technologischen Paradigmen eher in Maschinen und Ausrüstungen inkorporiert und läuft stärker in Form von Prozessinnovationen ab. Verwendet man die Aufwendungen nach Innovationsarten als Indikator, dann sind die technologischen Gegebenheiten des Maschinenbaus überdurchschnittlichen gut einzuschätzen. Mit 70 % liegen die Innovationsaufwendungen für neue oder verbesserte Produkte deutlich höher als im verarbeitenden Gewerbe (vgl. Tab. 3.2).

Eine Bezugsgröße für die Beurteilung des Umfangs der Innovationstätigkeit stellt die Umsatzstruktur dar. Die Betrachtung der auf die einzelnen Produktlebensphasen entfallenden Umsatzanteile ergibt ein gestaffeltes Bild sowohl von der Innovationsdynamik als auch von der Zukunftsträchtigkeit des industriellen Produktmixes. Im Ifo-Innovationstest wird von den Testteilnehmern eingeschätzt, in welcher Phase sich die Produkte im Lebenszyklus befinden. Folgende Phaseneinteilung liegt der Produktlebenszyklustheorie zu Grunde:

- *Markteinführungsphase*: Der Umsatzanteil in der Markteinführungsphase gibt Aufschluss über die Bedeutung der Produktinnovationen.

Tabelle 3.2

Struktur der Innovationsaufwendungen 1998
- in %-

	Deutschland	
	Verarbeitendes Gewerbe	Maschinenbau
Nach dem Verwendungszweck:		
Forschung und experimentelle Entwicklung	25,1	21,1
Konstruktion, Produktionsdesign	29,8	39,2
Investitionen für Prozessinnovationen	22,9	19,4
Investitionen zur Produktionsvorbereitung	15,0	11,8
Patente, Lizenzen, Gebrauchsmuster	2,7	2,6
Absatzvorbereitung	4,5	5,2
Nach der Innovationsart:		
Produktinnovation	61,8	69,7
Prozessinnovation	38,2	30,3

Quelle: Ifo- Innovationstest.

- *Wachstumsphase*: Der Umsatzanteil in dieser Phase liefert einen Anhaltspunkt für die Prosperität des Unternehmens. Die neuen Produkte sind vom Markt akzeptiert worden.
- *Stagnationsphase*: Produkte, die sich in dieser Phase befinden, stellen für die Unternehmen häufig so genannte Cash-cows dar, denn sie bilden (noch) die Basis für wirtschaftliche Erträge.
- *Schrumpfungsphase*: In dieser Phase befinden sich diejenigen Produkte, die demnächst aus dem Produktionssortiment ausscheiden.

Die Umsatzanteile der Produkte in der Markteinführungs- und Wachstumsphase waren im Maschinenbau (des Jahres 1999) deutlich höher als im verarbeitenden Gewerbe insgesamt (vgl. Tab. 3.3). Ein Indikator dafür, dass die Produktpalette im Maschinenbau besser als im industriellen Durchschnitt aufeinander abgestimmt war, ergibt sich aus einem Vergleich der Umsatzanteile der Produkte in der Markteinführungsphase mit den Anteilen der Produkte in der Schrumpfungsphase. Der Saldo fiel für den Maschinenbau positiv (+1.0 Prozentpunkte) und für das verarbeitende Gewerbe negativ (-2,5 Prozentpunkte) aus. Damit zeigt dieser Indikator, dass im Maschinenbau (auf Branchenebene) für alternde Produkte frühzeitig Ersatz geschaffen wurde und von der Produktseite her gesehen eine bessere Voraussetzung zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit gegeben war, als im industriellen Bereich insgesamt.

Tabelle 3.3

Umsatzstruktur im verarbeitenden Gewerbe und im Maschinenbau 1999
- in %-

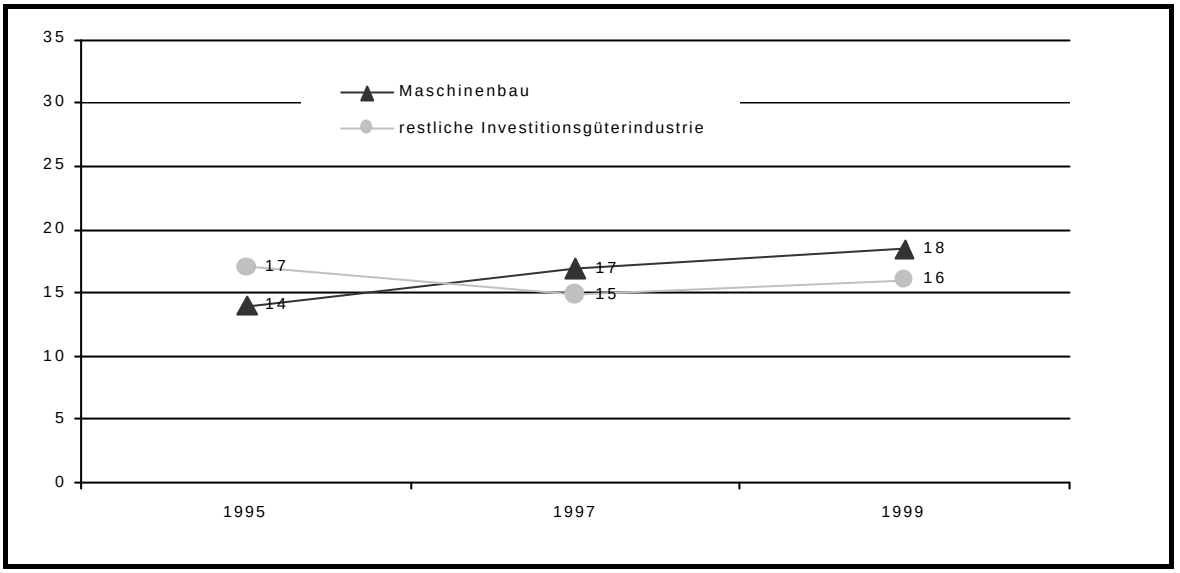
Produktlebensphase	Deutschland	
	Verarbeitendes Gewerbe	Maschinenbau
Markteinführung	10,6	13,0
Wachstum	26,9	27,6
Stagnation	49,4	47,4
Schrumpfung	13,1	12,0
Insgesamt	100	100

Quelle: Sonderfrage „Innovation“ im Ifo-Innovationstest (2000).

Diese Befunde werden gestützt durch eine Analyse der Umsatzanteile mit neuen Produkten bei Maschinenbaubetrieben in der Fraunhofer-ISI-Erhebung Innovationen in der Produktion 1995/1997/1999. Wie Abbildung 3.1 zeigt, haben die befragten Betriebe im Maschinenbau 1995 14 Prozent ihres Umsatzes mit Produkten gemacht, die innerhalb der letzten zwei Jahre neu von den Unternehmen auf dem Markt angeboten wurden. Dieser Anteil ist 1997 auf 17 Prozent gestiegen, um sich Ende 1999 bei 18 Prozent Umsatzanteil mit in den letzten zwei Jahren neu auf den Markt gebrachten Produkten einzupendeln. Im Durchschnitt wird also knapp ein Fünftel der Erlöse mit neuen Produkten im Maschinenbau erlöst. Diese Entwicklung scheint vergleichsweise konstant und damit auch bei einer Reihe von konjunkturellen Einflüssen offenbar unabhängig.

Abbildung 3.1

Umsatzanteil mit neuen Produkten in Betrieben des Maschinenbaus und der restlichen Investitionsgüterindustrie 1995, 1997, 1999



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebungen *Innovationen in der Produktion* (1995 n = 1305, Maschinenbau n = 626, 1997 n = 1329, Maschinenbau n = 560, 1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Insgesamt relativiert sich damit der generelle Befund der Forschungs- und Entwicklungsstatistiken, dass der Maschinenbau unterdurchschnittlich Forschung und Entwicklung betreibt. Auf Grund der hohen kundenspezifischen Anforderungen und Individualität der Produkte, verursacht fast jeder neue Auftrag Entwicklungskosten, die beim Maschinenbau im Bereich Konstruktion, Entwicklung und Design anfallen und nicht als Forschungs- und Entwicklungsausgaben auftauchen. Diese Struktur hält ihn allerdings nicht davon ab, in mindestens gleichem Umfang wie andere Investitionsgüterproduzierende Betriebe oder auch das Verarbeitende Gewerbe insgesamt Produktneuheiten auf den Markt zu bringen. Von besonderem Interesse für die weiterführende Analyse ist es daher, inwieweit die Neuentwicklungen auch Neuheiten im internationalen Vergleich darstellen. Dies lässt sich anschaulich anhand einer Patentanalyse zeigen.

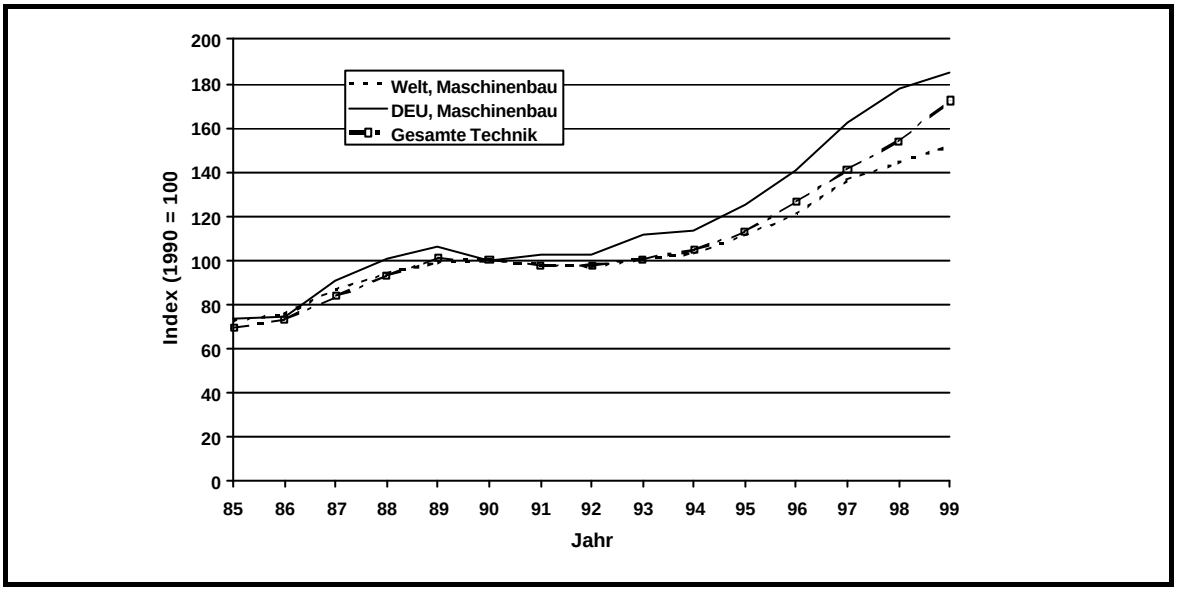
3.1.2 Patentanmeldungen im Maschinenbau im internationalen Vergleich

Die Anzahl der Patentanmeldungen zum Maschinenbau ist in der zweiten Hälfte der Achtzigerjahre und wieder ab 1994 kontinuierlich angestiegen (Abb. 3.2). Bei der Interpretation

dieser Zahlen ist jedoch zu beachten, dass diese Aussage auch für die gesamte Technik zutrifft, bei der in der Zeit zwischen 1989 und 1993 insgesamt eine Stagnation zu beobachten ist. Das aktuelle Wachstum des Maschinenbaus entspricht bis 1997 dem der gesamten Technik und bleibt am aktuellen Rand hinter dieser etwas zurück. Auf Grund des Anstiegs seit 1994 konnte somit der Maschinenbau innerhalb der Gesamttechnik seine Stellung weitgehend behaupten. In Bezug auf Patentanmeldungen deutscher Herkunft ist seit 1993 ein überproportionaler Zuwachs zu beobachten, worin sich ein hohes Maß diesbezüglicher Patentaktivitäten dokumentiert.

Abbildung 3.2

Trends bei EPA-Anmeldungen



Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen.

Bei der Patentanalyse wird der Maschinenbau über die NACE-Codes 29.1-5 definiert. Bei einer Differenzierung nach Subsektoren zeigt sich inhaltlich eine sehr vielfältige Struktur, die die Sub-Sektoren Motoren/Pumpen, Fördermittel und thermische Anlagen, landwirtschaftliche Maschinen, Werkzeugmaschinen sowie Spezialmaschinen für die Bereiche Bau, Textil, Papier, Ernährung etc. umfasst. Die Patentanmeldungen sind über diese fünf Bereiche relativ gleichmäßig verteilt mit Ausnahme der schwach besetzten landwirtschaftlichen Maschinen. Dieses gilt für die weltweite Betrachtung, aber auch für einzelne Länder wie Deutschland, Vereinigte Staaten oder Japan. Die mögliche Erwartung, eine quantitativer Schwerpunkt könne z. B. auf Werkzeugmaschinen liegen, lässt sich nicht bestätigen.

Um die weltweite Entwicklung im Maschinenbau genauer beurteilen zu können, wurde eine Differenzierung der Patentanmeldungen nach insgesamt 27 Herkunftsländern vorgenommen. Dabei zeigt sich nach absoluten Zahlen eine dominierende Stellung Deutschlands, gefolgt von den Vereinigten Staaten und Japan (Tab. 3.4). Bei den japanischen Zahlen ist zu berücksichtigen, dass sich japanische Exporte in erster Linie auf den US-Markt und dann erst auf Europa beziehen[1]. Bei einer entsprechenden Betrachtung der japanischen Patente in den USA liegt deren Zahl um den Faktor 1,9 über dem Niveau am EPA. Daraus resultieren folgende Zahlen für Japan: 1988-91: 3074; 1992-95: 3068; 1996-99: 4406. Nach dieser Betrachtungsweise liegt Japan nahezu auf deutschem Niveau, wobei sich die deutsche Stellung seit Ende der Achtzigerjahre gegenüber Japan verbessert hat. Die Dominanz Deutschlands bei den Patentanmeldungen wird insbesondere in einer grafischen Darstellung deutlich (Abb. 3.3); die deutschen Erfolge im Maschinenbau – etwa beim Außenhandel – basieren zu wesentlichen Teilen auf einem Wettbewerbsvorteil bei Erfindungen und daraus resultierenden Innovationen. Neben der absoluten Dominanz ist schließlich der erhebliche Zuwachs der deutschen Zahlen am aktuellen Rand zu beachten. Auch der japanische Zuwachs ist erheblich, aber weniger ausgeprägt.

[1] Vgl. die näheren Ausführungen im methodischen Anhang.

Tabelle 3.4

EPA-Anmeldungen im Maschinenbau (jährliche Mittelwerte) und Spezialisierung auf den Maschinenbau

	EPA-Anmeldungen			Spezialisierungsindex		
Land	**88-91**	**92-95**	**96-99**	**88-91**	**92-95**	**96-99**
Deutschland	2875	3180	4680	31	33	36
Frankreich	1048	952	1143	12	2	-3
Großbritannien	704	627	756	-3	-12	-18
Schweiz	510	469	558	40	30	27
Kanada	123	133	212	5	-7	-13
Schweden	267	335	423	41	31	15
Italien	571	502	639	38	35	41
Niederlande	292	275	365	-4	-10	-20
Finnland	116	152	180	44	24	-8
Belgien	105	121	183	-11	-29	-23
Österreich	197	209	304	43	46	51
Dänemark	79	107	116	21	19	-9
Spanien	59	60	87	17	-3	-3
Irland	13	15	23	4	-16	-34
Norwegen	38	39	60	19	0	-1
Portugal	2	4	7	-33	11	11
Vereinigte Staaten	2170	2561	3053	-37	-33	-42
Japan	1618	1615	2319	-34	-24	-13
Rumänien	4	23	28	8	-21	-36
Tschechien	11	5	15	35	-20	27
Polen	5	4	7	16	-13	-14
Ungarn	13	6	12	-17	-69	-21
Südkorea	9	50	81	-74	-23	-53
Australien	91	87	118	23	0	0
VR China	8	8	16	21	-22	-52
Israel	20	41	54	-76	-46	-82
Taiwan	17	20	26	-14	-17	-17

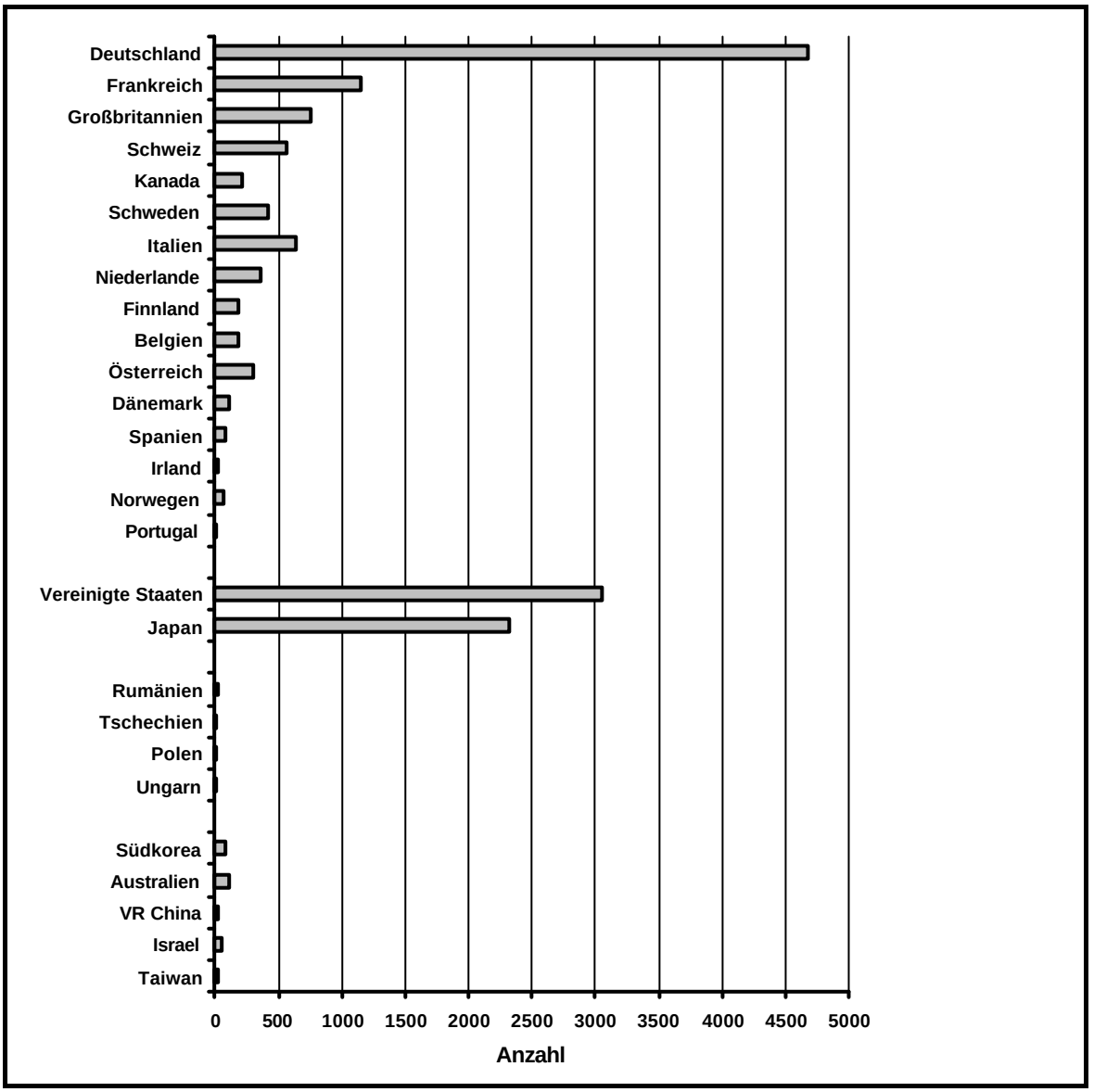
Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen

Es zeigt sich, dass alle anderen Länder ein deutlich geringeres Gewicht haben, was insbesondere für südostasiatische Länder wie Südkorea, Taiwan oder die Volksrepublik China gilt. Bei mittel- und osteuropäischen Staaten wie Ungarn, Polen, Tschechien und Rumänien ist die Zahl der Patentanmeldungen ebenfalls gering, weist im Fall von Rumänien aber eine bemerkenswerte Steigerung auf. Diese Zahlen lassen sich dahingehend interpretieren, dass sich der Maschinenbau in den genannten Ländern weitgehend auf einer Imitation der vorhandenen Technik gründet und bislang wenig Erfindungen eingebracht werden, die in weltweitem Maßstab neu sind. Dass jedoch überhaupt ein Wachstum bei diesen Ländern zu beobachten ist, ist ein Hinweis darauf, dass sie die Phase der reinen Imitation überwinden und zunehmend auf eigene Neuerungen aufbauen.

Insgesamt zeigen die Patentanmeldezahlen, dass in der "traditionellen" Technologie des Maschinenbaus die Zahl der Erfindungen keineswegs stagniert oder gar zurück geht. Im Falle Deutschlands beruht die starke Stellung von Produktion und Außenhandel in erheblichem Maße auf technologischen Neuerungen, wobei lediglich Japan und die Vereinigten Staaten ein ähnliches absolutes Niveau erreichen. Allerdings ist in einigen Ländern wie Kanada, Schweden, Österreich, Spanien oder Südkorea ein deutliches Wachstum der Anmeldezahlen zu verzeichnen, wenn auch auf einem niedrigen absoluten Niveau.

Abbildung 3.3

EPA-Anmeldungen im Maschinenbau, 1996-99 (jährliche Mittelwerte



Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen.

Beim Ländervergleich ist es neben einer Betrachtung der absoluten Zahlen für die Interpretation hilfreich, die Länderspezialisierung zu betrachten (Tab. 3.4).[1] In dieser Betrachtungsweise gehört Deutschland neben der Schweiz, Schweden, Italien, Österreich und Tschechien zu den wenigen Ländern mit einer ausgeprägt überdurchschnittlichen Spezialisierung auf den Maschi-

[1] Vgl. hierzu den methodischen Anhang.

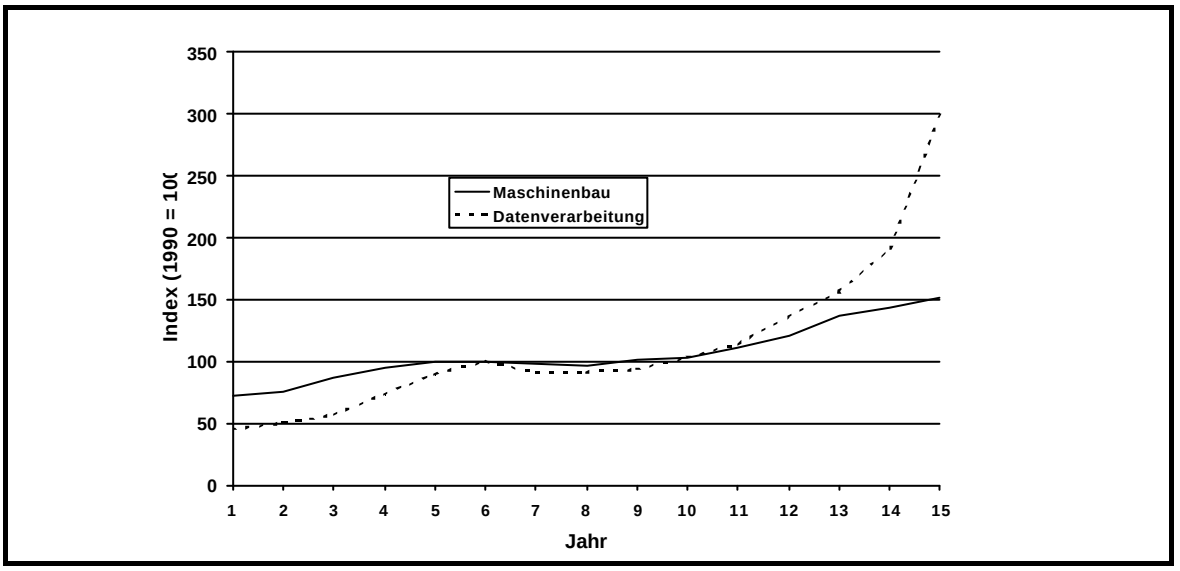
nenbau. In den Vereinigten Staaten und Japan hat der Maschinenbau dagegen ein geringes Gewicht, wobei sich Japan in zunehmendem Maße im Maschinenbau spezialisiert, aber immer noch einen unterdurchschnittlichen Index aufweist. Für Deutschland bleibt festzuhalten, dass die Innovationen im Maschinenbau in der Volkswirtschaft insgesamt ein besonderes Gewicht inne haben.

3.1.3 Verbindungen der Maschinenbautechnik zu Technologien der New Economy

Bei einer Betrachtung der Patentanmeldungen zur Datenverarbeitung, die für die New Economy zentral ist, ergibt sich gerade in jüngster Zeit ein erhebliches Wachstum, welches deutlich über dem des Maschinenbaus liegt (Abb. 3.4). Die hohe Innovationsdynamik in der New Economy lässt sich somit auf der Basis von Patentanalysen verifizieren.

Abbildung 3.4

Trends von weltweiten EPA-Anmeldungen in Maschinenbau und Datenverarbeitung



Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen.

Um festzustellen, inwieweit Neuerungen im Bereich der New Economy sich unmittelbar auf die Technik im Maschinenbau auswirken, wurden Mehrfachklassifikationen von Patentschriften genauer untersucht. Grundsätzlich wird jede Patentanmeldung einer Patentklassifikation zugeordnet, die sich auf ihren technologischen Kern bezieht. Darüber hinaus werden vielfach weitere Klassifikationen vergeben, die sich auf zusätzliche technologische Aspekte der Erfindung

beziehen. Um den Einfluss von Technologien der New Economy genauer zu erfassen, wurde geprüft, inwieweit die Messtechnik, die Regeltechnik (insbesondere Programmsteuerungen) die Datenverarbeitung sowie neue Werkstoffe in weiteren Klassifikationen von maschinenbaubezogenen Patentanmeldungen aufgeführt sind.

Die Zahl der Patentanmeldungen, die gleichzeitig im Maschinenbau und in der Messtechnik (Sensortechnik) klassifiziert sind, steigt seit Ende der Achtzigerjahre stetig an. Gleichzeitig erhöht sich jedoch auch die Zahl der Maschinenbauanmeldungen insgesamt, so dass der Anteil dieser doppelt klassifizierten Anmeldungen nahezu gleich bleibt. Dieses drückt sich in einem kaum veränderten Indexwert aus (Abb. 3.5). Bei Deutschland war der Anteil der Messtechnik zunächst unterdurchschnittlich, hat aber jetzt ein überdurchschnittliches Niveau erreicht. Ende der Achtzigerjahre wird die Messtechnik im Maschinenbau vor allem von Anmeldern aus den Vereinigten Staaten genutzt, deren Werte aktuell allerdings nur noch knapp über dem Weltdurchschnitt liegen. In Japan bekommt die Messtechnik erst in jüngster Zeit einen höheren Stellenwert.

Im Fall der Regeltechnik geht die Bedeutung in Relationen zu anderen Erfindungen im Maschinenbau zurück (Abb. 3.6). Offensichtlich bildet sich darin ab, dass das lange Zeit dominierende Problem der Nutzung von Programmsteuerungen seit einigen Jahren technologisch beherrscht wird. Dieser Rückgang zeigt sich bei Deutschland und den Vereinigten Staaten, aber auch bei Japan, das hier Ende der Achtzigerjahre das höchste Niveau hatte.

Hinsichtlich neuer Materialien zeigen sich nur bei Kunststoffen, dagegen kaum bei Keramik oder Beschichtungen, nennenswerte Zahlen von Doppelklassifikationen mit dem Maschinenbau. Vor allem Japaner konzentrieren sich auf dieses Feld, während deutsche Unternehmen hier weniger Anmeldungen registrieren lassen (Abb.3.7).

Bei der Datenverarbeitung zeigt sich für den gesamten Beobachtungszeitraum ein erheblicher Anstieg, wobei Deutschland deutlich unterhalb des Weltdurchschnitts liegt (Abb. 3.8). Führend sind hier die Vereinigten Staaten und insbesondere Japan. Diese Ergebnisse sollten allerdings nicht vorschnell als deutsches Defizit bei der Verbindung von Maschinenbau und Informationstechnik interpretiert werden. Die deutliche Präsenz japanischer und amerikanischer Firmen zeigt in erster Linie, dass aus diesen Ländern die Basistechnologien stammen. Bei der

Anwendung von Informationstechnik im Maschinenbau, einem Schwerpunkt deutscher Unternehmen, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass z. B. neue Softwareentwicklungen als Teil von Systemlösungen erscheinen, die im Falle einer Patentierung ausschließlich im Maschinenbau klassifiziert werden. Außerdem müsste genauer geprüft werden, inwieweit bei deutschen Erfindungen in der Informationstechnik Unternehmen aus dem Maschinenbausektor beteiligt sind. Insofern lässt die Analyse der Mehrfachklassifikationen noch keine abschließende Beurteilung zu.

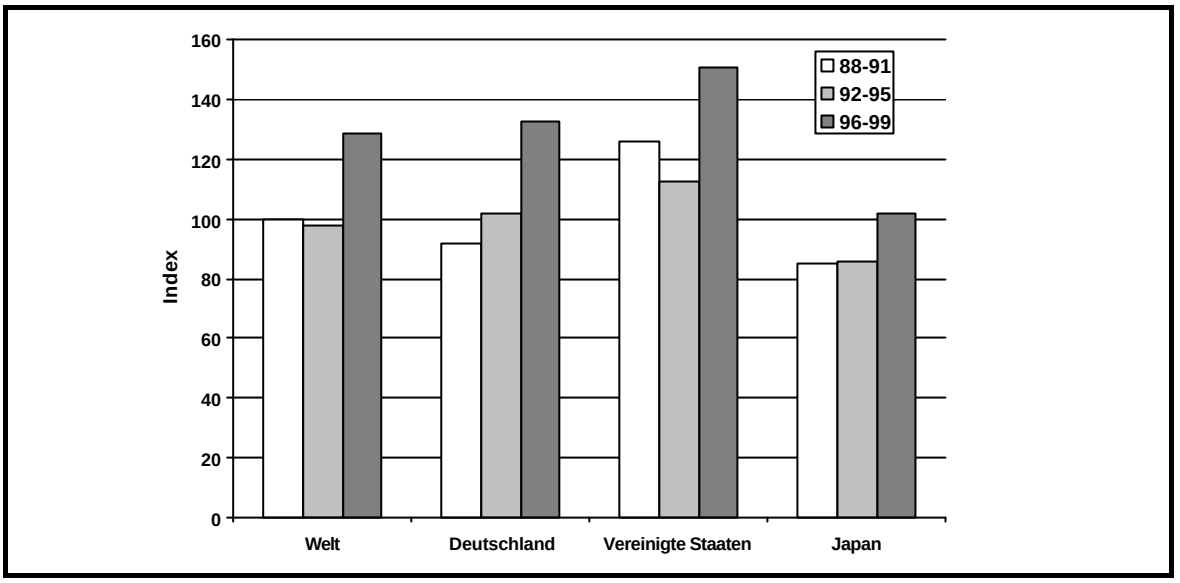
Insgesamt zeigt – trotz der erwähnten Einschränkungen – die Untersuchung, dass bei der Verbindung des Maschinenbaus mit Technologien der New Economy die Informationstechnik die größte Dynamik aufweist.

Insgesamt sind bei der Patentanalyse folgende markante Ergebnisse festzuhalten:

- Die Patentanmeldezahlen im Maschinenbau steigen seit Mitte der Neunzigerjahre deutlich an, was ein Hinweis auf zunehmende Innovationsaktivitäten ist.
- Deutschland liegt nach der absoluten Zahl der Patentanmeldungen weltweit an der Spitze.
- Die Anmeldezahlen steigen für Deutschland in jüngster Zeit besonders stark an.
- Bei einigen kleineren Ländern ist in den letzten Jahren ein starker Zuwachs der Anmeldungen zu beobachten, was einen Wechsel von der Phase der Imitation zu eigenen Neuerungen zu interpretieren ist. Zu nennen sind insbesondere Kanada, Spanien und Südkorea.
- Bei den Technologien der New Economy ist vor allem eine wachsende Bedeutung der Informationstechnik festzustellen.
- Bei den neuen Werkstoffen spielen in erster Linie Kunststoffe eine Rolle. Hier gibt es nur einen limitierten Beitrag von deutscher Seite.

Abbildung 3.5

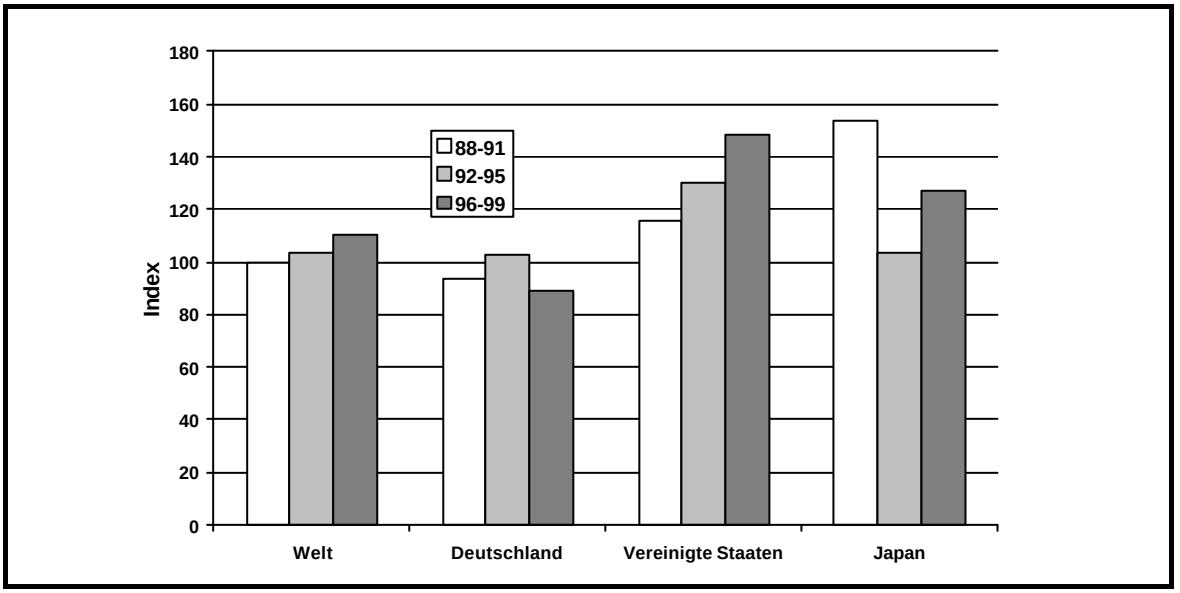
Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit Sekundärklassifikation in der Messtechnik (100 = 1988-91 Welt)



Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen

Abbildung 3.6

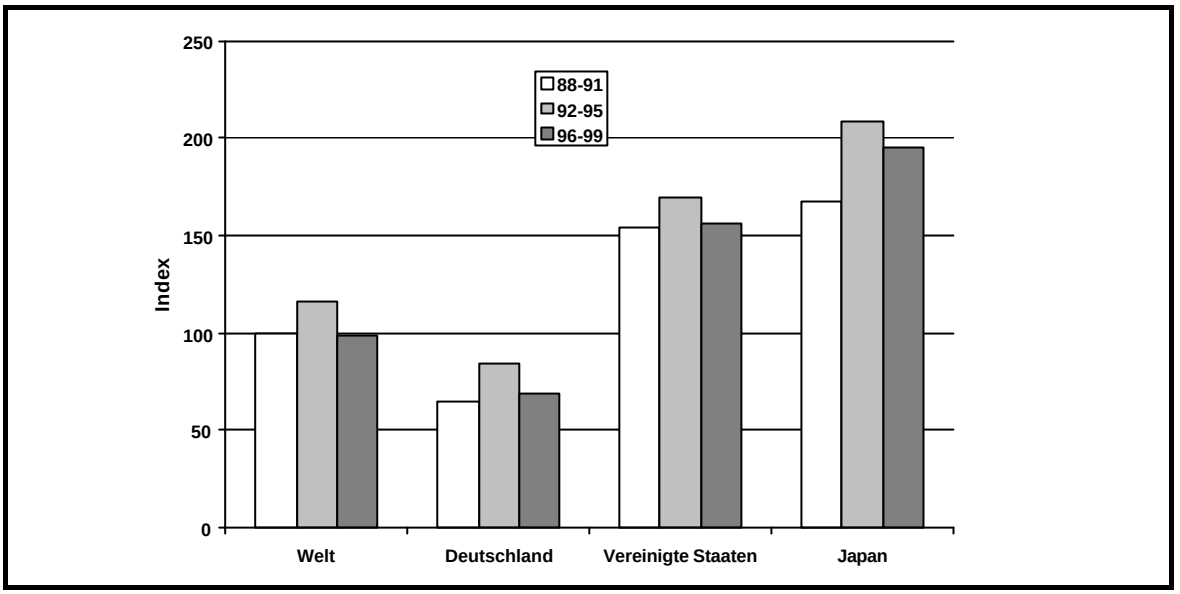
Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit Sekundärklassifikation in der Regeltechnik (100 = 1988-91 Welt)



Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen

Abbildung 3.7:

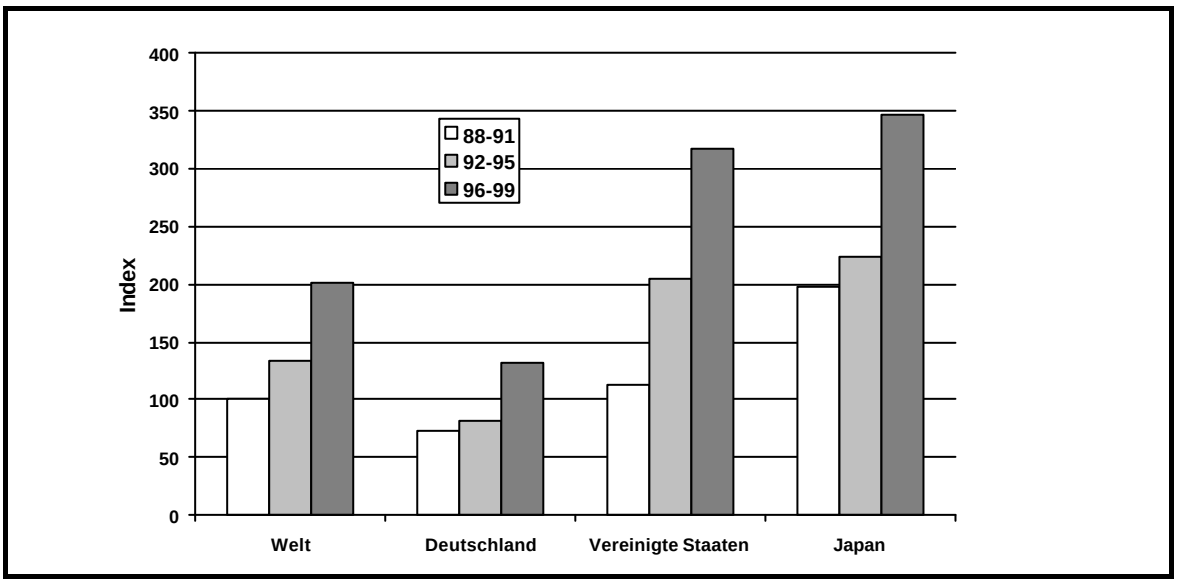
Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit Klassifikation bei neuen Materialien (100 = 1988-91 Welt)



Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen

Abbildung 3.8

Anteil von EPA-Anmeldungen im Maschinenbau mit der Datenverarbeitung (100 = 1988-91 Welt)



Quelle: PATDPA, eigene Berechnungen

3.2 Neue Produkte als Herausforderung der traditionellen Innovationsstrategie

Seine Stellung als technischer Ausrüster anderer Branchen und als technisch anspruchsvoller Problemlöser bestimmt in hohem Maße den Typus des Innovationsprozesses im Maschinenbau. Kunde und Hersteller stehen bei der Problemdefinition, der Erarbeitung von Lösungsalternativen, der Erprobung und Gestaltung des endgültigen Produkts häufig in engem Kontakt. Diese Beschreibung zu leistungsfähigen Lösungen für spezifische Fertigungsprozesse betrifft nicht alle Zweige des Maschinenbaus, schon allein deshalb, weil es sich bei der Hälfte der produzierten Erzeugnisse um Vorprodukte handelt. Sie ist aber typisch für die Hersteller von Enderzeugnissen, insbesondere für die Einzel- und Anpassfertigung. Programmfertiger werden in loserer Koppelung zum Kunden ihre Produkte entwickeln und auf einem anonymeren Markt um Abnehmer konkurrieren. Die Aussagen zur Innovationsstrategie können deshalb auch nur den Anspruch erheben, einen vorherrschenden Typus zu beschreiben, nicht aber den Variationen verschiedener Märkte und Fertigungstypen gerecht zu werden. Sie tragen aber zur Erklärung der Besonderheiten des Innovationsprozesses des Maschinenbaus bei, der in der Literatur als inkremental und wenig wissenschaftlich gestützt charakterisiert wird.

Folgende Merkmale charakterisieren die vorherrschende Innovationsstrategie:

- Die technologische Entwicklung verläuft „inkremental“, d.h., dass nicht die Suche nach einem technologischen „Durchbruch“ und die Konzentration aller Mittel auf wenige Technikfelder im Vordergrund steht, sondern die Suche nach alternativen Lösungsansätzen und die umfangreiche Entwicklungsarbeit Schritt für Schritt.
- Ein wesentliches Element ist Interdisziplinarität, die in einer Synthese von Erkenntnissen auf unterschiedlichsten Technikfeldern ihre Vollendung findet.
- Der Maschinenbau als Lieferant von Produktionsmitteln stimmt seine Innovationsanstrengungen auf die Bedürfnisse seiner Kunden ab. Die Innovationen des Maschinenbaus werden oft in einer engen Kooperation mit dem Abnehmer entwickelte Neuerungen.
- Der Erfolg des deutschen Maschinenbaus wird der traditionell engen Verbindung von Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen im Innovationsprozess verdankt, die die Diffusion neuer Erkenntnisse fördert. Dazu gehört auch ein durchlässiges Karrieremuster, das in Einzelfällen auch qualifizierten Facharbeitern den Aufstieg in die Entwicklung und Konstruktion ermöglicht (Kalkowski 1996). Das erleichtert die Kommunikation zwischen Produktgestaltung und „stofflicher“ Produktion.

3.2.1 Der Innovationsprozess ist zunehmend interdisziplinär angelegt

Im Innovationsprozess lässt sich eine zunehmende Kooperation mit vorgelagerten Branchen feststellen, die Folge einer sich verstärkenden Wechselbeziehung zwischen verschiedenen Technikfeldern ist. Im Allgemeinen wird hierfür der Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnologie verantwortlich gemacht, der sich für den Maschinenbau darin manifestiert, dass Maschinen nicht mehr nur einer fest definierten Folge von Prozessschritten abarbeiten, sondern programmgesteuert sind. Elektronische Steuerungen und Softwarepakte haben sich zu wichtigen Komponenten für den Maschinenbau entwickelt. Zur Spezifizierung der elektronischen Hardware und Software für die Anwendung in einzelnen Maschinen oder kompletten Fertigungssystemen ist eine enge Kooperation zwischen Firmen unterschiedlicher Branchen notwendig.

Die zunehmende Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnik für den Maschinenbau lässt sich an der Struktur der in Forschung und Entwicklung Beschäftigten ablesen. Nach einer Umfrage des Maschinenbauverbands VDMA, die bei Maschinenbauunternehmen und Softwarefirmen, die in den Maschinenbau hineinliefern, durchgeführt wurde, liegt der Anteil der Softwareentwickler in Maschinenbauunternehmen bei 30% am gesamten FuE-Personal. Diese Statistik unterschätzt jedoch die Bedeutung dieser Dienstleistungen, da Software häufig von spezialisierten Unternehmen bezogen wird, die teils als Tochterfirmen mit dem Maschinenbau verbunden sind oder als unabhängige Zulieferer etabliert sind. Aus der Befragung des VDMA lässt sich ablesen, dass tendenziell eine Arbeitsteilung zwischen dem Maschinenbau und externen Softwarelieferanten besteht. Während sich die Programmerstellung im Maschinenbau im Schwerpunkt auf Maschinen nahe Programme bezieht, konzentrieren sich Softwareunternehmen stärker auf die Systemprogrammierung und die Systemintegration (Riegler, 2000).

Ein anderer Bereich der Kooperation betrifft nicht die für den Maschinenbau erforderlichen Vorleistungen, sondern die Abstimmung von Be- und Verarbeitungsverfahren auf die zum Einsatz kommenden Werkstoffe sowie die Eigenschaften der auf den Maschinen herzustellenden Teile. Die dynamische Entwicklung auf dem Gebiet der Werkstofftechnik tangiert die Hersteller von Maschinen, da neue Werk- und Verbundwerkstoffe bisher nicht gekannte Anforderungen an die Ver- und Bearbeitung stellen. In vielen Fälle können Innovationen der Werkstofftechnik nur dann für neuartige Anwendungen erschlossen werden, wenn hierfür entsprechende Maschinen und Fertigungsprozesse entwickelt werden.

Die Vielfalt und die Breite des in Deutschland verfügbaren technisch-naturwissen-schaftlichen Know-hows bieten gute Rahmenbedingungen, um mit einem interdisziplinären Ansatz zu Lösungen zu gelangen, die im weltweiten Innovationswettlauf sich durch ihre Einzigartigkeit auszeichnen. Als Beispiel für erfolgreiche Innovationen, die auf einem interdisziplinären Ansatz beruhen, kann die Entwicklung der Ministahlwerke (Constant Strip Production) betrachtet werden, die u.a. auf einer Kombination des fundierten Wissens um die physischen Fertigungsprozesse mit modernster Steuerungstechnik beruht.

Aus dem Bereich der Kunststoffverarbeitung kann die Herstellung von digitalen Speichermedien genannt werden, die als Trägermaterial Kunststoff verwenden. In diesem Marktsegment nehmen deutsche Anbieter von Prozesstechnik eine führende Position auf dem Weltmarkt ein, obwohl auf anderen Märkten der Fertigungstechnik für die Herstellung informations- und kommunikationstechnischer Erzeugnisse die Position deutscher Anbieter nicht in vergleichbarer Weise international herausragend ist. Ein weiteres Beispiel ist die Herstellung von mehrfarbigen Rückleuchten für Kraftfahrzeuge auf einer Maschine, die in einem Arbeitsgang verschiedene Kunststoffe miteinander verbindet. Auch diese Innovation hat sich von Deutschland ausgehend auf den Weltmärkten durchgesetzt. Vergleichbare Aufgabenstellungen erfordern die Kooperation von Unternehmen aus zumindest drei Branchen, um das Problem zu formulieren und eine technische Lösung zu erarbeiten.

Die Beispiele der branchenübergreifenden Kooperation und die Breite der Qualifikation der Beschäftigten in den FuE Abteilungen signalisieren, dass der Maschinenbau die mit der „New Economy“ verbundenen Herausforderungen schon seit geraumer Zeit aufgenommen hat. Er wendet sich im Innovationsprozess verstärkt dem Einsatz von Möglichkeiten zu, die sich aus den Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnik ergeben.

Diese Beispiele vermitteln insgesamt den Eindruck, das der Maschinenbau sich mit den Möglichkeiten der „neuen“ Technologien intensiv auseinander setzt und in eine branchenübergreifende Koordination von Innovationsprozessen integriert ist und damit dem Trend einer Vernetzung von Technologien auf den unterschiedlichsten Gebieten ausreichend Rechnung trägt. Dennoch gibt es Beispiele, die darauf hindeuten, dass technische Möglichkeiten nicht immer rechtzeitig und in vollem Umfang erkannt werden.

Bei Kunststoffspritzmaschinen haben japanische Unternehmen in den frühen Neunzigerjahren auf elektromechanische Lösungen bei der Prozesssteuerung gesetzt. Die Mehrzahl der deut-

schen Anbieter stand dem Konzept abwartend gegenüber und hat erst mit zeitlicher Verzögerung die neue Prozesstechnik in ihren Maschinen eingesetzt und sich damit in eine schwierige Situation insbesondere auf dem Markt für kleinere Maschinen manövriert. Anders als bei den deutschen Werkzeugmaschinenbauern, die auf Grund eines technologischen Rückstands in der Steuerungstechnik zu Beginn der Achtzigerjahre gegenüber ihren japanischen Konkurrenten Marktanteile verloren hatten, kam es diesmal jedoch nicht zu einem dramatischen Einbruch.

Bei großen Kunststoffspritzmaschinen ist die elektromechanische Prozesstechnik wegen grundlegender physikalischer Gesetzmäßigkeiten nicht einsetzbar. Für diese Anwendungen wurden in Deutschland hybride Maschinenkonzepte entwickelt, die die Vorteile der Hydraulik mit denen der Elektronik und Elektrotechnik verbinden. Der deutsche Hersteller der Hybridtechnik berichtet, dass japanische Hersteller von Kunststoffspritzmaschinen das neue Konzept rasch für die Konstruktion ihrer Maschinen aufgenommen haben. Deutsche Unternehmen haben in der Mehrzahl erst mit Zurückhaltung reagiert.

Dieses Beispiel zeigt, dass im Innovationsprozess entlang der Wertschöpfungskette Barrieren existieren, die die Fortschrittsgeschwindigkeit dämpfen, gerade auch dann, wenn es sich um branchenübergreifende Innovationen handelt. Inwieweit es sich in dem genannten Fall um eine ganz allgemein bestehende Riskoaversion gegenüber dem Einsatz eines neuen technologischen Konzeptes handelt, oder um fehlende Kapazitäten bzw. Qualifikationen eine schnelle Einführung zu gewährleisten, konnte nicht eruiert werden. In jedem Fall unterstreicht dieses Beispiel die Notwendigkeit, dem interdisziplinären Innovationsprozess eine trotz aller Bedeutung noch höhere Priorität beizumessen.

3.2.2 Der Maschinenbau als Produzent für die New Economy

Der Maschinenbau wird vielfach als eine Branche mit reifen Produkten und beschränkten Innovations- und Wachstumspotenzialen bezeichnet. Dementsprechend wird die Forderung erhoben, die Unternehmen haben sich mit Vehemenz bei Forschung und Entwicklung auf so genannte neue Technologien zu konzentrieren, die nicht nur einen inkrementalen technischen Fortschritt erlauben, sondern Quantensprünge im Innovationsprozess ermöglichen.

Es wurde oben gezeigt, dass in Folge des technologischen Wandels und der Bereitschaft der Maschinenbauer, Herausforderungen aufzunehmen, die Beschränkung des Maschinenbaus auf mechanische Technologien, wie sie heute noch in einigen Bereichen der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur üblich ist, die Wirklichkeit nicht mehr trifft. Es halten die so genannten

„neuen“ Technologien nicht nur über die Beschaffung von Vorprodukten Einzug in die Erzeugnisse des Maschinenbaus, die Unternehmen beteiligen sich aktiv an der Entwicklung moderner Technologien, beispielsweise der Informations- und Kommunikationstechnik. Insofern haben die Unternehmen die Zeichen der Zeit verstanden.

In diesem Kontext ist allerdings zu beachten, dass die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens immer das Ergebnis eines historischen Prozesses ist. Unter diesem Aspekt sollte das Aufnehmen der Herausforderungen neuer, bisher in einem Unternehmen nicht verwendeten Technologien auf eine Synthese mit dem schon vorhandenen Know-how der Beschäftigten (intangible asset) setzen und auf bestehende Stärken im Wettbewerb bauen. Der Maschinenbau wird deshalb auch in Zukunft seine Erfolge auf den Weltmärkten im Wesentlichen auf seinen angestammten Märkten suchen müssen. Dies bedeutet, dass er sich weiter mit reifen Technologien auseinander setzt, sofern der Einsatz neuer Technologien keine Vorteile bietet.

Auf Grund der Breite seines Produktprogramms ist es nicht möglich, für alle Fachzweige des Maschinenbaus die Zukunftsperspektiven zu untersuchen und eine Quantifizierung des vollständigen Anteils der Produkte mit hohen Wachstums- und Innovationspotenzialen durchzuführen. Es ist zu vermuten, dass es - wie schon in der Vergangenheit - in den kommenden Jahren in einigen Produktbereichen zu Basisinnovationen kommt, die den Anbietern eine stürmisch wachsende Nachfrage bescheren wird, ohne dass diese Entwicklung im Vorhinein umfassend zu erkennen ist. Dies gilt auch für Produktbereiche, die primär auf reifer Technik basieren, und nach verbreiteter Anschauung deshalb nur beschränkte Wachstumspotenziale besitzen[1]

Im Folgenden wird der Fokus der Untersuchung beispielhaft auf solche Produktbereiche gerichtet, denen unzweifelhaft hohe Innovations- und Wachstumspotenziale zukommen, wie den Maschinen und Ausrüstungen, die für die Herstellung von Hochtechnologieerzeugnissen notwendig sind.

---

[1] Ein Beispiel für eine auf einem als reif betrachteten Technologiefeld realisierte Basisinnovation war in den Achtzigerjahren die Entwicklung einer neuen Technik zur Herstellung von Walzstahl. Das unter der Bezeichnung Constant Strip Production (CSP) in den Achtzigerjahren eingeführte Verfahren bietet den Anwendern grundlegende Vorteile gegenüber ihren Wettbewerbern. Die Produktion ist nicht nur flexibel den Kundenwünschen anzupassen, außerdem hat sich die Produktionsfunktion grundlegend geändert und bei gleichem Ausstoß ist ein geringerer Einsatz von Kapital, Arbeit und Energie erforderlich. Die Vorteile haben weltweit die Betreiber von Walzwerken veranlasst, in diese neue Technologie zu investieren.

Der Maschinenbau ist der wichtigste Lieferant von fertigungstechnischem Know-how für eine Vielzahl von Branchen, deren Wachstumsperspektiven einen wichtigen Beitrag für die zu erwartende Entwicklung des Maschinenbaus leisten. In den Mittelpunkt der Untersuchung wird hier der Einsatz von Maschinenbauerzeugnissen bei der Herstellung von Produkten gestellt, die ihrerseits eine hohe Innovationsgeschwindigkeit aufweisen und für die entsprechende Wachstumspotenziale existieren. Hierunter fallen Ausrüstungen und Maschinen für die Herstellung von Halbleitern, Leiterplatten und elektronischen Baugruppen, digitale Speichermedien, Flachbildschirmen, Solarzellen.

Diese Aufzählung zeigt den Maschinenbau als wichtigen Lieferanten von Fertigungstechnik für so genannte Hightech-Erzeugnisse. Im Jahr 2001 kam das Produktionsvolumen von Maschinen und Ausrüstungen für die genannten Anwendungen auf 5,4 Mrd. €, was etwa 4% der Produktion des gesamten Maschinenbaus entspricht. Gemessen am Volumen der weltweiten Produktion von Maschinen und Ausrüstungen für die Anwendungen der Productronic haben die deutschen Hersteller nur etwa einen Anteil von 7% (Tab. 3.5). Dies ist ein relativ niedriger Prozentsatz gemessen an einem Anteil des gesamten deutschen Maschinenbaus an der Weltproduktion von 15%.

Tabelle 3.5

Der Markt für Maschinen und Ausrüstungen zur Herstellung von so genannten Hochtechnologieerzeugnissen

Produktgruppen der Productronic	Weltmarkt	Produktion in Deutschland	
	Mill. €	Mill. €	Anteil an Welt in %
Halbleiterfertigungsgeräte	48.880	2.147	4,4
Leiterplatten- u. Baugruppenfertigungsausstattung	16.362	1.227	7,5
Flachbildschirmfertigungsanlagen	6.136	920	15,0
Maschinen für die Mikrosystemtechnik	3.068	205	6,7
Solarzellenfertigungsanlagen		102	
Datenspeicherfertigungsanlagen	2.045	511	25,0
Maschinen für die Smart Card Herstellung	1.023	307	30,0
Gesamt		5.420	
Gesamt ohne Solarzellen	77.513	5.318	6,9

Quelle: VDMA Productronic; Berechnungen des Ifo-Instituts.

Die Ursache für diesen Rückstand im weltweiten Vergleich liegt in erster Linie in der Dominanz Asiens und der Vereinigten Staaten bei der Herstellung von Produkten der Informations- und Kommunikationstechnik. Ein demand-pull hat den Maschinenherstellern in den beiden Regionen einen wichtigen Anreiz zum Einstieg in die entsprechenden Fertigungstechnologien gegeben, und auf Grund der höheren Volumina können die Unternehmen gegenüber ihren deutschen Konkurrenten Economies-of-Scale realisieren. Die - gemessen an den Marktanteilen - herausragende Position bei Maschinen für die Herstellung von Smart Cards hängt eng mit der breiten Diffusion dieser Produkte in Europa ab, während in den USA und in Japan noch stark auf Magnetstreifen gesetzt wird, bei deren Anwendung in der Praxis leicht Störungen auftreten können.

Entsprechend der Bedürfnisse der Mehrzahl ihrer Kunden haben sich die deutschen/europäischen Hersteller von Maschinen und Ausrüstungen der Productronic darauf eingestellt, Fertigungseinrichtungen für eine flexible Produktion in kleinen und mittleren Serien anzubieten. Auf diesen Teilmärkten nehmen deutsche Anbieter punktuell international eine wichtige Stellung ein. Beispielsweise hat sich die deutsche, am Neuen Markt notierte Firma Süss auf die Bedürfnisse von Labors und Nischenanwendern konzentriert, die sich mit der Herstellung von integrierten Schaltkreisen beschäftigen, und bietet entsprechende Fertigungseinrichtungen an. Die Firma ist im Marktsegment für Maskenliner, die für die Kleinserienherstellung benötigt werden, mit einem Anteil von 80% Weltmarktführer. Mit dieser spezifischen Ausrichtung passen sich die Hersteller von Maschinen und Ausrüstungen für die „New Economy“ in die allgemein kolportierten Bilder vom deutschen Maschinenbau nahtlos ein, dass sich viele Unternehmen auf Nischen und kundenspezifische Produkte konzentrieren.

Der Zugang zu diesen beiden wichtigen Regionen ist für deutsche Anbieter schwierig, da sich regional enge Beziehungen zwischen Maschinenlieferanten und ihren Kunden bei der Herstellung von informations- und kommunikationstechnischen Erzeugnissen heraus kristallisiert haben, wie dies für den Maschinenbau typisch ist. Dies ist nicht nur eine Frage des technischen und wirtschaftlichen Potenzials, es bestehen von Seiten der Kunden auch Befürchtungen eines Know-how-Transfers an Konkurrenten. Die relative Schwäche der deutschen Hersteller von Maschinen für die Elektronikindustrie - gemessen an der Stärke für den Maschinenbau in seiner Gesamtheit – muss im Zusammenhang mit der Bildung von Clustern für die Herstellung von informations- und kommunikationstechnischen Erzeugnissen in Asien und den Vereinigten Staaten gesehen werden. Im europäischen Vergleich besitzen die deutschen Hersteller von Maschinen und Ausrüstungen für die Anwendung in so genannten Hochtechnologiebereichen

ein – gemessen am Anteil des gesamten Maschinenbaus an der westeuropäischen Produktion – in jedem Fall vergleichbar hohes Gewicht.

Welche Bedeutung Cluster für die internationale Stellung einer Branche besitzen, kommt auch an der Positionierung der von europäischen Anbietern der Fertigungstechnik für die Großserienherstellung von ICs im internationalen Wettbewerb zum Ausdruck. Während in den Vereinigten Staaten und bis zu einem gewissen Grad auch in Japan das Know-how für den gesamten Herstellungsprozess im Inland zur Verfügung steht, ist Europa von Zulieferungen aus Übersee abhängig. Das Ziel des gemeinsamen europäischen Projekts, JESSI, zumindest bei einigen Verfahrensschritten die Führung in der Welt zu übernehmen, ist nicht erreicht worden.

Weltweit haben die Maschinenhersteller auf den hier betrachteten Märkten in den vergangenen Jahren vom hohen Wachstum der Abnehmerbranchen überproportional profitiert. Die gegenwärtigen Schwierigkeiten der Informations- und Kommunikationstechnik haben in Folge der nachlassenden Investitionsbereitschaft allerdings auch die Hersteller von Maschinen und Ausrüstungen erfasst, und einen Rückgang der Geschäftstätigkeit ausgelöst. Hierbei handelt es sich um eine notwendige Korrektur einer übertriebenen Entwicklung in der jüngsten Vergangenheit, die allerdings die Maschinenhersteller auf Grund eines Akzeleratoreffekts stärker trifft – gemessen am Nachfrageeinbruch – als ihre Kunden. Erst für Ende 2002 wird eine Trendwende erwartet, die es den auf diesen Märkten tätigen Maschinenbauern erlauben wird, die langfristig vorhandenen Wachstumspotenziale auszuschöpfen.

Für die deutschen Hersteller ist in diesem Kontext die Frage interessant, ob sie aus der gegenwärtigen Situation, die vor allem ihre Ursache in Übertreibungen in den Vereinigten Staaten und Asien hat, Vorteile ziehen können. Unter der Annahme, dass der Nachfrageeinbruch in Europa weniger kräftig ausfällt, könnten die deutschen Anbieter den gegenüber ihren Konkurrenten etwas größeren Spielraum nutzen, beim verstärkten Ausbau der Vertriebsaktivitäten und bei Innovationen ihre Wettbewerbsposition zu verbessern. Inwieweit sie – von Ausnahmen abgesehen – das Handikap einer schwachen Präsenz auf überseeischen Märkten ausgleichen können, bleibt fraglich. Eine wesentliche Voraussetzung, um von den Vorteilen eines zu erwartenden demand-pull in den Vereinigten Staaten und in Asien profitieren zu können, besteht in der Erreichung des strategischen Ziels, auf diesen Märkten dauerhaft präsent zu sein.

3.2.3 Produkte aus wissenschaftlichen Basisentwicklungen als Herausforderungen

Neben der immer stärker notwendigen Interdisziplinarität der Produktentwicklungen und den erfreulichen Beiträgen des Maschinenbaus zum Fortschritt der New Economy durch die Entwicklung kostengünstiger Produktionsverfahren wurden in einem Workshop mit Fraunhofer-Experten eine Reihe von Entwicklungen diskutiert, die zu neuen Produktangeboten insbesondere im Werkzeugmaschinenbau führen können. Davon sind ebenfalls – wenn auch in jeweils angepasster Weise – die jeweils zuliefernden Unternehmen betroffen.

Als wissenschaftliche Basistrends wurden dabei vor dem Hintergrund des Zeithorizonts 2010 gesehen:

- Die Photonik,
- die Miniaturisierung von Komponenten in Elektronik, Sensorik und Aktoren sowie
- die Entwicklung neuer Werkstoffe.

Die Substitutionen von klassischen Fertigungsverfahren durch biotechnologische Prozesse werden wahrscheinlich bis 2010 noch in keinem nennenswerten Umfang industrierelevant.

Die Weiterentwicklung der Glasfasertechnologie, die Miniaturisierung von Kameras und Beamersystemen erfordern neue Verfahren, die auf mikrooptischen und mikrospanenden Prinzipien beruhen. Technologien wie Laserfügen, Klebeverfahren und mechanisches Klemmen und Blankpressen werden ergänzt durch ultrapräzise Form- und Bauteile, die durch Präzisionsschleifen, -polieren und –läppen hergestellt werden. Konkurrierende Verfahren, wie das Ätzen größerer Bauteile oder Analogien zur Siliziumtechnik für kleine Abmessungen, werden dort sinnvoll eingesetzt werden, wo die Zerspanung physikalisch nicht mehr möglich ist.

Bei der Diskussion zur Miniaturisierung stehen insbesondere die Mikrostrukturierung von Oberflächen als Entwicklungsperspektive für einen Teil des Maschinenbaus in Aussicht. Es geht hierbei um die Gestaltung von hoch wertvollen und funktionalen Oberflächen. Bei sehr großflächigen Produkten (z. B. Folien mit Lotus-Effekten) versagen fotooptische oder Ätzverfahren auf Grund der Dimensionierung. Mikrofräsen, Mikrobohren oder Laserstrukturierungsanlagen können hier die entsprechenden Walzen und Werkzeuge bearbeiten.

Die neuen Werkstoffe sorgen ebenfalls für neue Herausforderungen. Keramik oder Gradientenwerkstoffe werden oft lediglich lokal modifiziert, da sich eine weiter gehende Bearbeitung

an den nicht belasteten Stellen nicht lohnt. Hier werden herkömmliche spanende Verfahren mit Ultraschall oder Lasertechnologien kombiniert, um z. B. lokal zu härten. Weitere Fortentwicklungen sind zu erwarten, bei metallischen Werkstoffen z. B. für Selektives Laser-Sintern, das für das Rapid Manufacturing eingesetzt werden kann. Dieser ermöglicht nicht nur schnell belastbare Prototypen herzustellen, sondern Einzelstücke bereits im Metall zu fertigen. Insbesondere für den Werkzeugbau bedeutet dies eine neue Herausforderung. Der gleiche Trend wird etwa dadurch unterstützt, dass Umformtechniken erwartet werden, die teilweise auch ohne formgebende Werkzeuge auskommen. Verfahren wie Innenhochdruckumformen, Innenhochdruckbiegen oder Magnetumformen wären auszubauende Fertigungsverfahren.

Des Weiteren erwarten die befragten Experten eine Weiterführung des auf der EMO 2001 zu verzeichnenden Trends zur Integration mehrerer Bearbeitungsverfahren in einer Maschine. Die damit verbundene Reduzierung der Bearbeitungszeiten durch die Bearbeitung in einer Aufspannung wird durch Miniaturisierung, durch kleinere Aktoren und Sensoren unterstützt, die bis 2010 zu einem Konzept der „Fabrik in einer Maschine“ führen können. Dies kann insbesondere bei der Einzelfertigung von Produkten Vorteile bieten, bei Großserienfertigung wird auch weiterhin die Verkettung von einzeln optimierten Werkzeugmaschinen dominieren. Große Anwender wie die Automobilindustrie experimentieren in diesem Zusammenhang auch mit integrierten Fügeprozessen (werkzeugfallende Systeme). Hier werden Füge- und Umformprozesse so optimiert und mit Montageschritten kombiniert, dass komplette Komponenten direkt in das Endprodukt einsetzbar werden.

Die für den Maschinenbau wichtigen wissenschaftlichen Basistrends eröffnen eine Reihe von Produktchancen. Sie haben aber eine Reihe von Konsequenzen für die Innovationsstrategien der Betriebe:

- Die bereits in Kap. 3.2.1 angesprochene Interdisziplinarität ist nicht nur weiter zu entwickeln, sondern extrem zu steigern. Weitere Disziplinen wie Chemie, Materialforschung und physikalische Grundlagenforschung bei der Miniaturisierung und Beherrschbarmachung von Mikroprozessen müssen mit in die Innovationsstrategie integriert werden.

- Durch das Verknüpfen von Innovationsmustern der chemischen Industrie als Hersteller von neuen Werkstoffen, der Mess- und Regeltechnik, der Optik und anderen Akteuren verwischen die Branchengrenzen des Maschinenbaus weiter. Hier müssen sich die angesprochenen Innovationsmuster annähern bzw. der Maschinenbau muss ein Verständnis für die jeweiligen Kooperationspartner und ihre Herangehensweise an Innovationen entwickeln.

- Das schnelle Aufgreifen von Grundlagenforschungserkenntnissen aus der Materialwissenschaft, aus der Physik und der Chemie ist deshalb auch für den Maschinenbau wichtig. Die gesamtwirtschaftlich für Hochtechnologiebranchen zu beobachtende Wissenschaftsbindung bzw. deren Zunahme über die letzten Jahrzehnte wird auch für den Maschinenbau zunehmend eine größere Herausforderung werden.

Trotz dieser wachsenden Herausforderungen an Interdisziplinarität, enges Kooperieren über viele Branchengrenzen hinweg und der gewachsenen Wissenschaftsbindung ist der Maschinenbau allerdings auch ein Erfolgsgarant für diese neuen Entwicklungen, da nur er eine kostengünstige Produktion der zu erwartenden Produkte sicherstellen kann. Bei einem Verschmelzen der Branchen und ihrer Innovationsmuster besteht allerdings auch das Risiko, dass bisher branchenfremde Akteure etwa aus der Materialentwicklung, die Entwicklung von Fertigungsverfahren und damit verbundenen Maschinenbauprodukten übernehmen.

3.2.4 Fazit zum Innovationsmuster

Das Innovationsmuster im Maschinenbau scheint sich dennoch in Folge des technischen Fortschritts zu wandeln:

- Die technische Entwicklung und neu Anforderungen an die Produkte haben zu einem Vormarsch der Elektro- bzw. Elektronikkonstruktion in den Betrieben geführt. Außerdem steigt auch die Relevanz neuer Fachgruppen (Informatiker, Logistikingenieure). Das hat einerseits die Anforderungen an bestehende Berufsgruppen verändert – gefragt ist z. B. der Maschinenbau-/ Elektrobauingenieur mit Informatikkenntnissen – und andererseits die berufliche Zusammensetzung der Entwicklungsbüros beeinflusst.
- Die Marktposition bei der Herstellung von Fertigungseinrichtungen für Technologieprodukte der „New Economy“ zeigt, dass der deutsche Maschinenbau hier erfolgreich ist. Er ist sogar ein wichtiges Element bisheriger und zukünftiger Chancen für andere Branchen.
- Die traditionelle Synthese zwischen Theorie und Praxis wird durch einen stärker wissenschaftlichen Innovationsprozess verändert. Der in der Vergangenheit mögliche Aufstiegsweg vom Facharbeiter zum Entwicklungs- und Konstruktionsbeschäftigten ist seltener geworden. Die Betriebe öffnen sich durch die Aufnahme von Hochschulabsolventen allerdings stärker nach außen (vgl. auch Kapitel 2.2).
- Diese Zunahme der Wissenschaftsbasis macht sehr deutlich an den Entwicklungsgebieten des Maschinenbaus, wo eine starke Dynamik erwartet wird. Gebiete wie Photonik, Einbin-

dung Materialwissenschaft, Einbindung der Bio-Verfahrenstechnik als Produktionsverfahren auch für den Maschinenbau (zum Beispiel bei Oberflächenerzeugung) sind sehr stark wissenschaftsbasiert. Dabei ist es besonders wichtig, das Unternehmen und Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, die dem Maschinenbau nahe stehen, näher an die Grundlagenforschung heranrücken. Es zeigt sich auch weiter, dass dieser schnelle Austausch zwischen unterschiedlichen Branchen und Wissenschaftsgebieten zumindest aus Sicht des Maschinenbaus noch kein hundertprozentiges perfektes Wechselspiel darstellt. Hier darf sich auf der einen Seite die notwendige Kundenorientierung im Innovationsprozess nicht auflösen, andererseits muss die Wissenschaftsbindung und das Monitoring von Technologieentwicklung und Grundlagenforschung erweitert werden. Inwieweit hierfür Unternehmen und auch maschinenbaunahe Forschungseinrichtungen schon richtig aufgestellt sind, ist eine offene Frage.

3.3 Tendenzen beim Dienstleistungsangebot

Maschinenbaufirmen liefern ihren Kunden traditionell nicht nur die von ihnen hergestellten Erzeugnisse. Sie sorgen auch für die Montage und Inbetriebnahme dieser Erzeugnisse bei den Kunden, sie schulen die Mitarbeiter der Kunden im Gebrauch ihrer Produkte und sie übernehmen Wartungs- und Reparaturarbeiten. Damit sind produktbegleitende Dienstleistungen für Maschinenbauer prinzipiell nichts grundlegend Neues. Trotz dieser über die Jahre stabilen Ergänzung der Erzeugnisse um Dienstleistungen wurden sie in der Vergangenheit eher als ein „lästiges“ Beiprodukt, das der Maschinenbau notgedrungen erbringen musste, angesehen. Sie wurden in der Regel weder zu den Kernkompetenzen gezählt noch wurde ihnen im Wettbewerb ein entscheidender Stellenwert beigemessen.

Mittlerweile haben sich jedoch auf den Märkten für Maschinenbauprodukte erheblichen Veränderungen eingestellt, die ein Überdenken der Rolle produktbegleitender Dienstleistungen nahe legen:

- Der technologische Vorsprung, auf den ein Großteil des deutschen Maschinenbaus die eigene Wettbewerbsposition bislang aufgebaut hat, könnte infolge der Fähigkeit der Konkurrenz, in immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen technologisch gleichzuziehen (Homburg/Garbe 1996), als Differenzierungsmerkmal an Gewicht verlieren. Damit reduziert sich die Möglichkeit, mit führender Technologie dem Preiswettbewerb zu entgehen. Die Qualitätsverbesserung bestehender und das Angebot neuer produktbegleitender Dienst-

leistungen, die den Kundennutzen in den Focus nehmen, bieten Chancen, einen neuen Wettbewerbsvorteil aufzubauen.

- Die steigende Komplexität maschinenbaulicher Produkte erhöht die Anforderungen, die die Hersteller gegenüber ihren Kunden haben, sie zum Betrieb dieser Anlagen zu befähigen und bei Ausfällen der Anlagen die Ausfallzeiten zu verkürzen (Kriegbaum 1996). Wegen der Komplexität erwartet der Kunde eine intensive Beratung, die Projektierung und die Generalunternehmerschaft für die Erstellung. Er benötigt spezielle Softwarepakete und Schulungsangebote für sein Personal, die über das bisher übliche Maß hinausgehen. Vorbeugende Wartung, Service-Hotline und gegebenenfalls Teleservice sind weitere Bausteine, die die Verfügbarkeit teurer Aggregate sichern.
- Die sich abzeichnenden neuen Formen der Arbeitsteilung in der Wertschöpfungskette zwischen Zulieferern der unterschiedlichsten Stufen, Herstellern und Betreibern als Kunden verschieben Leistungspakete auf vorgelagerte Stufen der Wertschöpfungskette. Hersteller übernehmen Aufgaben von Betreibern und Zulieferern von Herstellern (Walter o.J.). Ohne neue produktbegleitende Dienstleistungen ist diese Form der Arbeitsteilung nicht realisierbar. So übernehmen beispielsweise Werkzeughersteller das Tool-Management für ihre Kunden, Zulieferer werden vom Lohnfertiger zum Entwicklungspartner etc.
- Neue betriebswirtschaftliche Ansätze wie z.B. Total-Cost-of-Ownership haben bei Kunden von Maschinenbauprodukten die Überlegung geweckt, ob es nicht wirtschaftlich günstiger ist, an Stelle eines Maschinenkaufs nur die Maschinennutzung zu erwerben (Pay per unit) (Gerhard 2000). Leasingmodelle, Rücknahmeangebote oder die weitestreichende Form des Betriebs der Fertigungseinrichtung durch die Hersteller bei und/oder für die Kunden sind die Antworten auf solche Anforderungen. Das Produkt ist in diesem Fall Teil der Dienstleistung. Das Verhältnis von Produkt und produktbegleitender Dienstleistung kehrt sich um.

Diese durch die skizzierten Marktveränderungen hervorgerufene neue Sichtweise auf produktbegleitende Dienstleistungen im Maschinenbau wurde in der jüngeren Vergangenheit durch Maschinenbaufirmen selbst (vgl. u.a. Kulick 2000; Lein 2000; Gießmann 2000) wie auch durch den VDMA (vgl. u.a. Klesse 1996; Kriegbaum 1995; Bromund/Friedrich 1999; Walter o.J.) aufgegriffen und in Forderungen an die eigene Veränderungskompetenz umgesetzt. Dabei wird die heterogene Landschaft des Maschinenbaus hinsichtlich der Betroffenheit und der individuellen Anforderungen an produktbegleitende Dienstleistungen durchaus differenziert beschrieben.

So werden beispielsweise die Finalproduzenten im Maschinenbau in die Kategorien „Geschäft mit Standardprodukten“, „Anlagengeschäft“ und „Systemgeschäft“ untergliedert (Klesse 1996). Für Anbieter im Bereich Standardprodukte wird dabei davon ausgegangen, dass über das traditionelle Angebot an produktbegleitenden Dienstleistungen hinausgehende neue Anforderungen wohl nicht zu erwarten seien. Für im Anlagengeschäft tätige Maschinenbauer seien die Dienstleistungsangebote in den Bereichen Projektierung, Finanzierung, Leasing bis hin zum Betreibermodell auszuweiten. Unter Anlagengeschäft wird dabei die Herstellung kundenspezifischer Erzeugnisse verstanden, die von einer einzelnen Maschine bis zum Bau einer Großanlage reichen. Für im Systemgeschäft einzuordnende Firmen des Maschinenbaus seien Beratung, Betreuung und Teleservice die ergänzenden Dienstleistungen, die an Bedeutung gewinnen würden. Systemgeschäft ist dabei als eine langfristige, durch eine Kette von Kaufverträgen begründete Hersteller-Kunde-Beziehung definiert.

Neben den Finalproduzenten seien auch die Zulieferer einem verstärkten Zwang, ihr Angebot an produktbegleitenden Dienstleistungen ausweiten zu müssen, ausgesetzt (Gerhard 2000a). Zwar nehme mit zunehmender Entfernung der Zulieferer in der Wertschöpfungskette zu den Endkunden der Umfang der vorzuhaltenden produktbegleitenden Leistungen ab. Die traditionelle Sichtweise auf produktbegleitende Dienstleistungen seien jedoch auch in dieser Firmengruppe zu überwinden und neue Angebote seien wichtig.

Neben der Stellung in der Wertschöpfungskette wird auch der Reifegrad der Märkte, in denen man tätig ist, als Differenzierungsmerkmal für Breite und Inhalt durch Maschinenbaubetriebe sinnvollerweise anzubietender Dienstleistungen genannt (Friedrich 1996). Die generelle Annahme lautet dabei: Je weiter ein Markt entwickelt ist, desto umfangreicher sollte das Dienstleistungsangebot sein, das der in diesem Markt agierende Hersteller vorhalten sollte. Wo Produktmärkte sich erst entwickeln, seien Inbetriebnahmeleistungen wichtig. In jungen, stark wachsenden Märkten seien Inbetriebnahme und Instandhaltung essenziell. In entwickelten Märkten mit hohem Volumen und moderatem Wachstum seien zusätzlich Dienstleistungen zur Produktionsoptimierung angezeigt. Gesättigte bzw. stagnierende Märkte seien ergänzend mit Retrofit-Diensten anzugehen. In Märkten mit sinkendem Volumen käme die Außerbetriebnahme als wichtige Dienstleistung hinzu.

Die Ausweitung und Professionalisierung des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen durch die dargestellten Untergruppen des Maschinenbaus werden in der Fachdiskussion jedoch nicht nur als notwendige Reaktion auf die oben skizzierten Veränderungen in den Pro-

duktmärkten gesehen. Auch ohne Veränderungsdruck berge die Ausweitung des Geschäfts mit produktbegleitenden Dienstleistungen erhebliche Chancen, die die Maschinenbaufirmen aufgreifen sollten. Im Einzelnen werden dabei benannt (vgl. u.a. Knight Wendling Consulting 2000; Sontow/Kurpiun 1998; Schneider/Lay 1999):

- Umsatzsteigerungs- und Renditemöglichkeiten, die im Geschäft mit Maschinenbauerzeugnissen bei weitgehend gesättigten Märkten und hoher Preiskonkurrenz nicht zu erreichen seien.
- Möglichkeiten zum Ausgleich von Nachfrageschwankungen im Geschäft mit den Sachgütern. Gehe konjunkturbedingt die Nachfrage nach Maschinenbauprodukten zurück, steige die Nachfrage nach Ersatzteilen, Reparaturen, Modernisierungsleistungen und Service-Hotlines.
- Cross-Selling-Effekte durch eine mit produktbegleitenden Dienstleistungen verbesserte Kundenbindung. Reparaturen an Fremdprodukten erhöhen die Chancen, bei einer Ersatzinvestition als Lieferant in Betracht gezogen zu werden.
- Hinweise für Produktinnovationen durch einen intensivierten Kundenkontakt und vertiefte Möglichkeiten zum Einblick in die Nutzungssituationen des eigenen Erzeugnisses bei den Kunden.

Neben den Notwendigkeiten und Chancen, die für eine Intensivierung des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen sprechen, werden jedoch auch Risiken benannt, die es zu vermeiden gilt (vgl. u.a. Friedrich 1996; Schneider/Lay 1999):

- Die Zahlungsbereitschaft für produktbegleitende Dienstleistungen sei bei Maschinenbaukunden noch wenig entwickelt.
- Das Controlling von Maschinenbaufirmen sei nicht darauf eingerichtet, Kosten und Nutzen produktbegleitender Dienstleistungen transparent zu machen und so das Hineinlaufen in Kostenfallen frühzeitig anzuzeigen.
- Die Kultur sei in vielen Maschinenbaufirmen so sehr auf die Sachgutproduktion fixiert, dass man diesen Firmen keinen Gefallen tue, wenn man sie motiviere, verstärkt produktbegleitende Dienstleistungen ins Sortiment zu nehmen.
- Insbesondere bei Betreibermodellen sei eine einseitige Risikoverlagerung zu den Herstellern der Produktionstechnologien gegeben.

Wie weit ist der deutsche Maschinenbau vor dem Hintergrund dieser Rahmenbedingungen auf dem Weg vom Sachguthersteller zum Problemlöser vorangekommen?

Eine Möglichkeit zur Beantwortung dieser Frage bieten die Daten der repräsentativen Industriebefragung „Innovationen in der Produktion“ (Lay/Shapira/Wengel 1999, Eggers/Wallmeier

2000), die das Fraunhofer ISI alle zwei Jahre durchführt. Mit der Erhebungsrunde 1999 gelang es, Informationen aus 1.442 Betrieben der Investitionsgüterindustrie zu gewinnen, von denen 552 zum Maschinenbau zählen. Diese große Zahl ermöglicht es, den Maschinenbau gesondert auszuwerten und im Vergleich zur restlichen Investitionsgüterindustrie zu betrachten. Dabei ist zu beachten, dass das Maschinenbausample zwar eine im Vergleich zu den anderen Branchen der Investitionsgüterindustrie ähnliche Größenstruktur der Betriebe aufweist. Bei den gefertigten Seriengrößen, Produktkomplexitäten und bei der Stellung der Firmen in der Wertschöpfungskette zeigen sich jedoch Abweichungen. Bei Vergleichen wird daher der Frage nachzugehen sein, ob eventuell erkennbar werdende Unterschiede in den Verhaltensweisen der Firmen diesen Strukturunterschieden zuzurechnen sind.

Im Fragenkatalog der Erhebung „Innovationen in der Produktion 1999“ wurden vor dem Hintergrund der oben skizzierten Interessenlage Items aufgenommen, die es erlauben, die Dienstleistungsorientierung der Industrie zu beschreiben. Hierzu zählen im Einzelnen:

- Welche produktbegleitenden Dienstleistungen werden seit längerem bzw. neu angeboten, wie sehen die Planungen der Unternehmen aus?
- Welche strategische Bedeutung wird den produktbegleitenden Dienstleistungen eingeräumt? Agieren oder reagieren die Unternehmen?
- Wie sind die produktbegleitenden Dienstleistungen organisiert? Werden sie von der eigenen Firma, einem Tochterunternehmen oder von kooperierenden Firmen erbracht?
- Welcher Anteil der Mitarbeiter wird für die produktbegleitenden Dienstleistungen eingesetzt und welcher Umsatz wird in diesem Feld erzielt?
- Gelingt es dem Teil der Industrie, der in stärkerem Maße auf produktbegleitende Dienstleistungen setzt, sich am Markt besser zu behaupten und eine bestandssichernde Rendite zu erwirtschaften?

Die zu diesen Fragen aus der Erhebung „Innovationen in der Produktion 1999“ gewonnenen Antworten werden im Weiteren im Vergleich der Maschinenbaufirmen mit den Firmen aus den anderen Zweigen der Investitionsgüterindustrie dargestellt und im Lichte der bisher verfügbaren Informationen und Einschätzungen aus der Literatur interpretiert.

3.3.1 Das Dienstleistungsangebot im Maschinenbau streut breit über die verschiedenen Dienstleistungsarten

Betrachtet man, welche Arten von Dienstleistungen deutsche Maschinenbaufirmen ihren Kunden momentan offerieren, so zeigt sich, dass es drei Gruppen von Dienstleistungen zu geben scheint, die sich vor dem Hintergrund unterschiedlicher Verbreitungshäufigkeiten gegeneinander abgrenzen lassen:

- Die „klassischen“ produktbegleitenden Dienstleistungen, die im Maschinenbau eine lange Tradition haben und die für den Kunden elementare Ergänzungsleistungen darstellen, ohne die das Maschinenbauprodukt kaum genutzt werden kann. Hierzu zählt die Inbetriebnahme des Produkts beim Kunden, die Beratung des Kunden, die Schulung des Kundenpersonals sowie die Wartung und Reparatur. Diese Leistungen bieten mehr als drei Viertel der Maschinenbauer an.
- Ingenieurleistungen, die das Maschinenbauprodukt auf die Anforderungen des Kunden zuschneiden, dem Kunden Arbeit abnehmen und den Betrieb des Produktes beim Kunden reibungslos gestalten. Hierbei handelt es sich einerseits um Bedarfsanalysen, Engineeringleistungen, Probefertigung und die Übernahme der Generalunternehmerschaft. Andererseits sind hier die Entwicklung von Software zum Betrieb der Anlagen, die Bereitstellung einer Service-Hotline sowie das Angebot zur modernisierenden Nachrüstung zu verstehen. Derartige Leistungen werden im deutschen Maschinenbau von 40 bis 60 Prozent der Firmen offeriert.
- Das Eigentum und den Betrieb der Maschinenbauprodukte betreffende Leistungen wie Leasing, Rücknahme, Betreibermodelle, Teleservice oder Finanzierungsdienste. Diese vom klassischen Prinzip des Kaufs maschinenbaulicher Produkte mehr oder weniger weit abweichenden Dienste sind im deutschen Maschinenbau bei 20 bis 30 Prozent der Firmen erhältlich.

Stellt man dieses Angebot produktbegleitender Dienstleistungen dem gegenüber, was die Kunden beim Kauf erwartet und was nach Angabe der Kunden mit kaufentscheidend ist (Backhaus 1999), so zeigt sich: Auf einer Skale von 1 (nicht wichtig) bis 6 (sehr wichtig) rangieren die Inbetriebnahme, die Softwareerstellung, die Beratung, die Wartung, die Schulung, Service-Hotline und Teleservice im Bereich wichtig bis sehr wichtig (Skalenwerte 4 bis 6). Aus dieser Gruppe werden also die Softwareerstellung und die Service-Hotline, insbesondere

aber der Teleservice vielleicht noch nicht in dem Maße angeboten, wie es der Nachfrage entspricht. Modernisierung und Rücknahme werden von den Kunden im mittleren Bereich (zwischen den Skalenwerten 3 und 4) priorisiert. Das Angebot von ca. der Hälfte der Maschinenbaufirmen, ausgelieferte Produkte nach einiger Zeit zu modernisieren, scheint damit nachfragekonform entwickelt zu sein. Rücknahmeangebote könnten demgegenüber noch unterhalb dessen liegen, was die Kunden erwarten. Finanzierungsvermittlung, Leasing und Betreibermodelle haben momentan bei den Maschinenbaukunden noch nicht das Gewicht der anderen Dienstleistungen (Skalenwerte unter 3). Die Tatsache, dass derartige Angebote im deutschen Maschinenbau noch eher die Ausnahme darstellen, steht also mit der Kundensicht in Einklang.

Da im Maschinenbau Unternehmen zusammengefasst sind, die auf unterschiedlichen Stufen der maschinenbaulichen Wertschöpfungskette stehen, ist es zum einen aufschlussreich zu analysieren, ob und gegebenenfalls wie sich das bisher im Überblick dargestellte Angebot produktbegleitender Dienstleistungen nach **Zulieferern und Herstellern von Finalprodukten** unterscheidet. Differenziert man die betrachteten Maschinenbaufirmen entsprechend nach Zulieferern, Firmen, die sowohl Bauteile zuliefern wie auch gleichzeitig Finalprodukte herstellen, und Herstellern von Endprodukten, so zeigt sich folgendes Bild (vgl. Tab. 3.6):

- Firmen, die sowohl Bauteile zuliefern wie auch gleichzeitig Finalprodukte herstellen, und Hersteller von Endprodukten unterscheiden sich in ihrem Angebot produktbegleitender Dienstleistungen eher marginal. Bei den erstgenannten Firmen scheint also das Dienstleistungsangebot geprägt zu sein von ihrer Rolle als Finalproduzent.
- Finalproduzenten bieten nahezu flächendeckend Beratung, Inbetriebnahme, Schulung und Wartung als produktbegleitende Leistungen. Bedarfsanalysen, Engineering, Softwareentwicklung, Service-Hotline und Modernisierung sind im Gegensatz dazu Dienstleistungsarten, die sich nur bei der Hälfte bis zwei Drittel der Firmen finden. Rücknahme der Produkte, Finanzierungsvermittlung, Leasing und Betreibermodelle sind weniger üblich. Diese Dienstleistungen werden von 20 bis 40 Prozent der Finalproduzenten angeboten.

Tabelle 3.6

Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau (grau unterlegt: Signifikanz p .05)

Produktbegleitende Dienstleistung	Anteil der Maschinenbaufirmen, die die Leistung anbieten, in %											
	ins ges.	nach Art			nach Komplexität der hergestellten Produkte				nach gefertigter Serien-größe			
		Zulieferer	Final-prod./ Zu-lief.	Final-produ-zent	Ein-teili-ges Pro-dukt	Mehr-teilig, einf. Prod	Mehr-teilig, komp l.	Komplexe Anla-gen	Ein-zel-ferti-ger	Klein-serien-fert.	Mit-telse-rien-fert.	Groß-serien-fert.
Beratung zur Produktauslegung	86	90	86	84	76	88	82	88	85	88	86	90
Inbetriebnahme	78	58	84	85	39	55	90	99	89	78	62	42
Schulung	75	57	81	81	27	63	81	91	76	77	75	55
Wartung, Instandhaltung	74	50	83	82	30	61	82	90	82	81	57	39
Engineering, Simulation	58	58	60	57	39	53	50	73	68	49	46	61
Service-Hotline	54	32	57	64	18	41	62	72	62	56	51	32
Bedarfsanalyse, Pflichtenheft	52	46	52	55	30	37	57	65	55	58	49	42
Modernisierung, Nachrüstung	50	31	53	59	9	27	63	70	59	54	36	29
Probefertigung	47	45	58	43	39	31	52	55	49	52	38	52
SW-Entwicklung	45	27	51	52	3	19	54	70	57	40	36	19
Generalunternehmerschaft	39	23	45	44	15	15	42	64	53	31	16	26
Finanzierungsvermittlung	30	12	27	42	6	8	42	45	37	36	18	13
Teleservice	29	11	30	39	6	8	30	53	38	31	14	10
Rücknahme, Entsorgung	26	15	23	34	21	17	34	30	24	32	27	16
Leasing	25	10	26	32	6	9	40	32	29	33	14	7
Betreibermodelle	18	12	24	19	6	13	19	24	19	21	12	16

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

- Reine Zulieferfirmen offerieren ihren Kunden im Bereich der Ingenieurleistungen (Bedarfsanalyse, Beratung, Engineering, Probefertigung) nahezu in gleicher Häufigkeit produktbegleitende Dienstleistungen wie Finalproduzenten. In allen anderen untersuchten Dienstleistungsarten liegt die Angebotshäufigkeit bei Zulieferfirmen deutlich niedriger. Sie schwankt je nach Dienstleistungsart zwischen 10 und 60 Prozent, was jedoch belegt, dass diese Dienstleistungen auch für Zulieferer relevant sein können.

Die Relevanz produktbegleitender Dienstleistungen auch für Maschinenbaufirmen, die lediglich Untersysteme, Funktionsgruppen oder Komponenten herstellen, wird auch in der Literatur hervorgehoben (Gerhard 2000a). Es wird zwar darauf hingewiesen, dass je näher die Lieferstufe des Lieferanten dem (End-)Kunden steht, desto umfangreicher das Dienstleistungsprogramm zu sein habe. Zwischen 5 und 8 produktbegleitende Dienstleistungen seien jedoch auch für Funktionsgruppen- und Komponentenlieferanten angezeigt. Hierzu zählten u.a. Wartung und Schulung. Gerade diese Leistungen werden aber, wie die hier analysierten Zahlen zeigen, von Zulieferfirmen deutlich weniger häufig angeboten. Lediglich 50 bzw. 57 Prozent der Zulieferer haben diese Dienstleistungen im Angebot. Auch in den Bereichen Rücknahme und Modernisierung ist das geringere Angebot an Leistungen durch die Zulieferer nur partiell aus ihrer Rolle in der Lieferkette zu erklären.

Neben der Stellung in der Wertschöpfungskette unterscheiden sich Maschinenbaufirmen auch in der **Komplexität** der hergestellten Produkte. Da die Komplexität naturgemäß den Bedarf nach Ergänzungsleistungen wesentlich determiniert, wurde auch der Frage nachgegangen, wie sich die Produktkomplexität und das Dienstleistungsangebot in der Praxis zueinander verhalten. Dabei zeigte sich der erwartete Zusammenhang (vgl. Tab. 3.7).

Je komplexer die hergestellten Produkte, desto häufiger werden die verschiedenen produktbegleitenden Leistungen offeriert. Einzig die Beratung der Kunden (auf hohem Niveau) sowie die Rücknahme und Entsorgung (auf niedrigem Niveau) sind unabhängig von der Produktkomplexität nahezu bei allen Maschinenbauern gleich verbreitet. Betrachtet man die anderen Dienstleistungsarten differenziert danach, wo je nach Produktkomplexität relativ große bzw. relativ kleine Unterschiede in der Angebotsbreite bestehen, so zeigt sich:
Schulung, Softwareentwicklung, Wartung, Modernisierung, Inbetriebnahme, Service-Hotline und Teleservice sind Leistungen, die stark in Abhängigkeit zur Produkt

Tabelle 3.7

Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße und Stellung in der Wertschöpfungskette
(grau unterlegt: Signifikanz p .05; *: – erwartete Häufigkeit < 5)

Produktbegleitende Dienstleistung	Anteil der Maschinenbaufirmen, die die Leistung anbieten, in %											
	insgesamt nach Beschäftigten			Zulieferer nach Beschäftigten			Finalprod./ Zulief. nach Beschäftigten			Finalproduzenten nach Beschäftigten		
	bis 100	100 bis 500	über 500	bis 100	100 bis 500	über 500	bis 100	100 bis 500	über 500	bis 100	100 bis 500	über 500
Beratung zur Produktauslegung	83	91	84	-*	-	-	-	-	-	80	90	83
Inbetriebnahme	76	78	86	-	-	-	-	-	-	84	86	89
Schulung	64	84	95	-	-	-	-	-	-	70	90	94
Wartung, Instandhaltung	74	71	81	-	-	-	-	-	-	82	84	81
Engineering, Simulation	54	61	67	–	–	–	55	66	64	55	58	64
Service-Hotline	45	56	90	–	–	–	43	68	93	54	66	92
Bedarfsanalyse, Pflichtenheft	47	59	56	–	–	–	43	68	50	51	59	61
Modernisierung, Nachrüstung	46	52	70	–	–	–	45	57	86	52	66	64
Probefertigung	48	43	54	–	–	–	65	50	43	42	41	50
SW-Entwicklung	39	48	65	–	–	–	47	52	64	42	58	67
Generalunternehmerschaft	36	40	47	–	–	–	42	50	43	41	47	44
Finanzierungsvermittlung	28	29	49	–	–	–	–	–	–	40	37	64
Teleservice	22	33	54	–	–	–	–	–	–	27	47	58
Rücknahme, Entsorgung	24	27	35	–	–	–	–	–	–	30	36	42
Leasing	26	21	35	–	–	–	27	25	21	33	28	39
Betreibermodelle	18	17	23	–	–	–	–	–	–	19	18	19

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

komplexität angeboten werden. Mit steigender Produktkomplexität wächst hier der Anteil von Firmen, die diese Leistungen offerieren, sprunghaft.

- Beratung und Engineering werden zwar auch in Abhängigkeit von der Produktkomplexität angeboten. Die Differenzen sind hier jedoch weniger stark ausgeprägt. Auch bei weniger komplexen Produkten ist der Kreis der Firmen, die hier angebotsaktiv sind, noch relativ groß.
- Das Angebot von Leasing und Finanzierungsvermittlung ist auf weitaus niedrigerem Niveau ebenfalls weniger stark von der Produktkomplexität abhängig. Da mit sinkender Komplexität des Produktes auch sein Preis sinkt, ist Leasing bzw. Finanzierungsvermittlung kaum nötig.

Wie die Produktkomplexität beeinflusst auch die Seriengröße das Dienstleistungsangebot. Da Produktkomplexität und Seriengröße in der Regel invers korreliert sind, war zu erwarten, dass mit steigender Seriengröße das Dienstleistungsangebot abnimmt. Dieser Zusammenhang bestätigte sich tendenziell (vgl. Tab. 3.8). Die Ausnahmen sind jedoch vielfältiger als bei der Produktkomplexität. So sind beispielsweise Bedarfsanalysen, Beratungsleistungen, Engineering, Probefertigung, Betreibermodelle und Produktrücknahme Dienstleistungen, die relativ unabhängig von der Seriengröße zu sein scheinen. In den anderen Dienstleistungsarten sind häufig nur die Großserienfertiger die Firmengruppe, die sich mit einem besonders kleinen Kreis dienstleistender Firmen von den anderen Maschinenbauern abgrenzt.

Für den Vergleich der **Betriebsgrößen** gilt: Je größer der Investitionsgüterproduzent ist, desto mehr Dienstleistungen werden produktbegleitend angeboten. Eine signifikante Zunahme des Angebots lässt sich für die Dienstleistungsarten Softwareentwicklung, Schulung, Service-Hotline, Teleservice, Modernisierung und Finanzierungsvermittlung beobachten.

Der im Angebot dieser produktbegleitenden Dienstleistungen erkennbare Rückstand kleinerer Betriebe ist kaum darauf zurückzuführen, dass kleinere Betriebe im Mittel eine andere Stellung im Wertschöpfungsprozess haben als größere und von daher nur ein eingeschränktes Spektrum an Dienstleistungen vorzuhalten haben, oder dass sie in anderen Seriengrößen fertigen.

Dies zeigt sich aus der Analyse des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen, in der Zulieferfirmen und Finalproduzenten jeweils getrennt nach Betriebsgrößen aufgegliedert wurden (vgl. Tab. 3.7), bzw. aus der Betrachtung nach Seriengröße und Be triebsgröße (vgl. Tab. 3.8). Auch unterschiedliche Produktkomplexitäten scheiden als

Tabelle 3.8

Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße und Seriengröße
(grau unterlegt: Signifikanz p .05; *: – erwartete Häufigkeit < 5)

Produktbegleitende Dienstleistung	Anteil der Maschinenbaufirmen, die die Leistung anbieten, in %											
	insgesamt nach Beschäftigten			Einzelfertigung			Kleinserienfertigung			Mittel- und Großserienfertigung		
	bis 100	100 bis 500	über 500	bis 100	100 bis 500	über 500	bis 100	100 bis 500	über 500	bis 100	100 bis 500	über 500
Beratung zur Produktauslegung	83	91	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inbetriebnahme	76	78	86	-	-	-	-	-	-	55	52	77
Schulung	64	84	95	-	-	-	-	-	-	55	74	91
Wartung, Instandhaltung	74	71	81	-	-	-	-	-	-	47	48	77
Engineering, Simulation	54	61	67	-	-	-	44	44	75	43	53	56
Service-Hotline	45	56	90	-	-	-	42	56	94	41	36	86
Bedarfsanalyse, Pflichtenheft	47	59	56	-	-	-	57	54	75	39	52	55
Modernisierung, Nachrüstung	46	52	70	-	-	-	42	54	88	31	28	59
Probefertigung	48	43	54	47	49	82	53	46	63	47	35	46
SW-Entwicklung	39	48	65	-	-	-	20	46	81	22	39	59
Generalunternehmerschaft	36	40	47	45	65	82	24	32	50	-	-	-
Finanzierungsvermittlung	28	29	49	-	-	-	36	29	56	-	-	-
Teleservice	22	33	54	-	-	-	13	32	81	-	-	-
Rücknahme, Entsorgung	24	27	35	-	-	-	42	24	25	16	24	41
Leasing	26	21	35	-	-	-	42	22	38	-	-	-
Betreibermodelle	18	17	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Erklärung aus. Wie eine Gegenüberstellung von gefertigter Produktkomplexität und Betriebsgröße zeigte, besteht zwischen diesen Variablen kein signifikanter Zusammenhang. Damit kann also beispielsweise nicht davon ausgegangen werden, dass kleinere Betriebe im Mittel weniger komplexe Produkte herstellen und von daher im Angebot produktbegleitender Dienstleistungen zurückhaltender sind.

Während der damit offensichtlich durch andere Faktoren nicht „legitimierbare" Rückstand der kleineren Firmen im Felde produktbegleitender Dienstleistungen für die Dienstleistungsarten Service-Hotline, Teleservice und Finanzierungsvermittlung auf Grund ihrer Ressourcen zumindest in Teilen zwangsläufig zu sein scheint, könnten gerade im Bereich Software-Engineering, Schulung und Modernisierung kleine Anbieter ergänzend zum Sachgut Geschäftsfelder erschließen, die durchaus nicht großen Firmen vorbehalten sein müssten. Viele Beispiele zeigen, dass in diesen Feldern gerade auch kleine Anbieter Nischen finden können (Lay 1998).

Betrachtet man die **Ausbauplanungen** für das Angebot produktbegleitender Dienstleistungen der Maschinenbaufirmen, so ist kurzfristig kein Schub hin zu einem flächendeckenden Angebot der Dienstleistungen zu erwarten, die momentan noch von wenigen Industriefirmen offeriert werden. Je nach Dienstleistungsart gaben zwischen 2% und 18% der Unternehmen an, dass sie konkret planen, diese Dienstleistung künftig mit anzubieten. An der Spitze liegt dabei der Teleservice. Wenn die 18% der Firmen mit Planungen zur Einführung dieser Dienstleistung ihre Absichten verwirklichen, werden im Maschinenbau bald knapp die Hälfte aller Firmen ihren Kunden Teleservice anbieten können.

3.3.2 Mit seinem Dienstleistungsangebot liegt der Maschinenbau über dem Durchschnitt der Investitionsgüterindustrie

Vergleicht man das im Vorangegangenen dargestellte Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau mit dem Angebot derartiger Leistungen in den anderen Teilbranchen der Investitionsgüterindustrie, so zeigt sich, dass Maschinenbaufirmen in nahezu allen der betrachteten Leistungsarten zu höheren Anteilen Dienste anbieten. Ausnahmen sind lediglich Betreibermodelle und Angebote zur Produktrücknahme. Hier zeigen sich auf niedrigem Verbreitungsniveau keine Unterschiede in der Angebotsbreite.

Besonders ausgeprägt ist das breitere Angebot des Maschinenbaus bei den Dienstleistungsarten Schulung, Inbetriebnahme, Wartung und Finanzierungsvermittlung. Bei diesen Leistungen

liegt die Angebotshäufigkeit im Maschinenbau um 20 Prozentpunkte und mehr über der Angebotsbreite in der Investitionsgüterindustrie ohne den Maschinenbau. Modernisierung, Service-Hotline, Teleservice und Softwareentwicklung sind Dienstleistungen, die im Maschinenbau ebenfalls noch von deutlich mehr Firmen angeboten werden. Die Differenzen der Angebotshäufigkeiten zwischen Maschinenbau und restlicher Investitionsgüterindustrie liegen hier zwischen 15 und 20 Prozentpunkten.

Da sich der Maschinenbau - wie einleitend gezeigt - von den anderen Branchen der Investitionsgüterindustrie in einigen Charakteristika unterscheidet, die für die Notwendigkeit, produktbegleitende Dienstleistungen zu offerieren, nicht unwesentlich sind, soll im Weiteren analysiert werden, ob und gegebenenfalls inwieweit die dargestellten Unterschiede diesen Charakteristika zuzurechnen sind. Zum einen könnten die unterschiedlichen **Seriengrößen**, in denen im Maschinenbau und den anderen Zweigen der Investitionsgüterindustrie im Mittel produziert werden, Relevanz besitzen. Da im Maschinenbau etwa die Hälfte der Firmen in Einzelfertigung produziert, in der sonstigen Investitionsgüterindustrie dieser Wert aber lediglich bei ca. 25% liegt, und da in Einzelfertigung hergestellte Produkte ein Mehr an produktbegleitenden Leistungen erfordern könnten, wäre es denkbar, dass der oben beschriebene Vorsprung des Maschinenbaus lediglich diesem strukturellen Unterschied zuzuschreiben wäre. Die entsprechenden Analysen bestätigen diese Vermutung nur partiell (vgl. Tab.3.9).

Tabelle 3.9

Die Position des Maschinenbaus beim Angebot produktbegleitender Dienstleistungen in der Investitionsgüterindustrie insgesamt und nach Seriengröße (grau unterlegt: Signifikanz p .05; *: -erwartete Häufigkeit < 5)

Produktbegleitende Dienstleistung	Anteil der Firmen, die die Leistung anbieten, in %									
	insgesamt		Einzelfertiger		Kleinserienfertiger		Mittelserienfertiger		Großserienfertiger	
	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.
Beratung zur Produktauslegung	86	79	85	76	88	76	86	79	–	–
Inbetriebnahme	78	49	89	70	78	73	62	50	42	23
Schulung	75	52	76	50	77	72	75	59	55	40
Wartung, Instandhaltung	74	48	82	67	81	69	57	47	39	24
Engineering, Simulation	58	48	68	51	49	46	46	44	61	50
Service-Hotline	54	37	56	38	56	53	51	42	32	26
Bedarfsanalyse, Pflichtenheft	52	39	55	39	58	48	49	42	42	36
Modernisierung, Nachrüstung	50	31	59	35	54	47	36	37	29	15
Probefertigung	47	39	49	34	52	34	38	36	52	46
SW-Entwicklung	45	29	57	28	40	48	36	38	19	16
Generalunternehmerschaft	39	29	53	37	31	31	16	23	26	20
Finanzierungsvermittlung	31	11	37	19	36	17	18	10	–	–
Teleservice	29	12	38	13	31	24	14	12	–	–
Rücknahme, Entsorgung	26	24	24	19	32	35	27	27	16	17
Leasing	25	15	29	21	33	25	14	16	–	–
Betreibermodelle	18	15	19	17	21	22	12	14	–	–

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552)

- In einer Gegenüberstellung des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen zwischen Maschinenbaufirmen und Firmen aus den anderen Zweigen der Investitionsgüterindustrie, in die auf beiden Seiten lediglich die in **Einzelfertigung** produzierenden Firmen einbezogen wurden, bestätigt sich der Vorsprung des Maschinenbaus in allen Dienstleistungsarten.
- Bei den **Kleinserienfertigern** zeigt ein Vergleich von Maschinenbaufirmen und Firmen aus der restlichen Investitionsgüterindustrie, dass der Vorsprung der Maschinenbaufirmen nachweisbar nur in den Dienstleistungsfeldern Beratung, Probefertigung, Wartung und Finanzierungsvermittlung existent ist.
- Wo **Mittelserienfertigung** dominiert, beschränkt sich der Vorsprung von Maschinenbaufirmen auf die Bereiche Schulung, Inbetriebnahme und Finanzierungsvermittlung.
- In der **Großserienfertigung** bieten Maschinenbauer nur noch im Bereich Inbetriebnahme signifikant häufiger Dienstleistungen an als die Firmen aus dem Rest der Investitionsgüterindustrie.

Neben der Seriengröße könnten auch die im Maschinenbau und der sonstigen Investitionsgüterindustrie unterschiedlichen **Produktkomplexitäten** für die Überlegenheit im ienstleistungsangebot (mit-)verantwortlich sein. Einteilige Erzeugnisse sind im Maschinenbausample lediglich für 8% der Firmen charakteristisch. Im Kreis der Firmen aus den anderen Zweigen der Investitionsgüterindustrie machen die Hersteller einteiliger Erzeugnisse 23% aus. Wenn weniger komplexe Produkte weniger Dienstleistungen erfordern, könnte der Vorsprung des Maschinenbaus im Dienstleistungsangebot auch lediglich der unterschiedlichen Produktkomplexität geschuldet sein. Die entsprechende Analyse bestätigt diese Vermutung nicht (vgl. Tab. 3.10).

Tabelle 3.10:

Die Position des Maschinenbaus beim Angebot produktbegleitender Dienstleistungen in der Investitionsgüterindustrie insgesamt und nach Produktkomplexität (grau unterlegt: Signifikanz p .05,*:– erwartete Häufigkeit <5)

Produktbegleitende Dienstleistung	Anteil der Firmen, die die Leistung anbieten, in %									
	Insgesamt		Herst. einteiliger Erzeugnisse		Herst. mehrt. Erz. mit einf. Str.		Herst. mehrt. Erz. mit kom. Str		Herst. komplexer Anlagen	
	Maschinenbau	restl. Inv.güterind.	Maschinenbau	restl. Inv.güterind.	Maschinenbau	restl. Inv.güterind.	Maschinenbau	restl. Inv.güterind.	Maschinenbau	restl. Inv.güterind.
Beratung zur Produktauslegung	86	79	76	83	88	80	82	79	88	76
Inbetriebnahme	78	49	39	18	55	39	90	76	99	81
Schulung	75	52	27	21	63	54	81	70	91	72
Wartung, Instandhaltung	74	48	30	17	61	42	82	71	90	73
Engineering, Simulation	58	48	39	36	53	47	50	55	74	66
Service-Hotline	54	37	18	17	41	32	62	57	72	53
Bedarfsanalyse, Pflichtenheft	52	39	30	23	37	35	57	51	65	55
Modernisierung, Nachrüstung	50	31	-	-	27	22	63	52	70	57
Probefertigung	47	39	39	47	31	36	52	38	55	32
SW-Entwicklung	45	29	-*	-	19	23	54	49	70	52
Generalunternemerschaft	39	29	-	-	15	17	42	35	64	54
Finanzierungsvemittlung	31	11	-	-	8	6	42	17	45	31
Teleservice	29	12	-	-	8	6	30	19	53	32
Rücknahme, Entsorgung	26	24	21	14	17	23	34	32	30	29
Leasing	25	15	-	-	9	9	40	26	32	32
Betreibermodelle	18	15	-	-	13	15	19	16	24	30

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

- Im Vergleich von Maschinenbaufirmen und Firmen aus anderen Teilen der Investitionsgüterindustrie, die jeweils **komplexe Anlagen** herstellen, erweisen sich Maschinenbaufirmen in 10 von 16 der untersuchten Dienstleistungsarten als die Firmengruppe mit einem weiter verbreiteten Dienstleistungsangebot. Lediglich in den Feldern Bedarfsanalysen, Engineering, Generalunternehmerschaft, Betreibermodelle, Rücknahme und Leasing können die Firmen aus der restlichen Investitionsgüterindustrie die gleiche Angebotsbreite vorweisen wie die Maschinenbauer.
- Im Bereich **mehrteiliger Erzeugnisse mit komplexer Struktur,** wie z.B. Werkzeugmaschinen oder Druckmaschinen, sind die Dienstleistungsarten Probefertigung, Schulung, Inbetriebnahme, Wartung, Modernisierung, Leasing und Finanzierungsvermittlung bei Anbietern aus dem Maschinenbau häufiger anzutreffen als bei Herstellern aus den anderen Zweigen der Investitionsgüterindustrie. Diese wiederum haben in keiner Dienstleistungsart einen nachweisbaren Angebotsvorsprung.
- Auch bei den **Herstellern mehrteiliger Erzeugnisse mit einfacher Struktur,** wie z.B. Pumpen, liegen die Maschinenbaufirmen im Vergleich zur restlichen Investitionsgüterindustrie zumindest partiell im Angebot produktbegleitender Leistungen vorn. Beratung, Inbetriebnahme und Wartung sind hier die Dienstleistungsfelder, in denen anteilsmäßig mehr Maschinenbaufirmen diese Leistungen anbieten.
- Lediglich bei den **Herstellern einteiliger Erzeugnisse** scheint das Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nicht über das hinauszugehen, was in der Investitionsgüterindustrie insgesamt üblich ist. Mit Ausnahme der Inbetriebnahme, wo maschinenbauliche Produzenten einfacher Produkte einen Angebotsvorsprung haben, sind in den anderen Dienstleistungsfeldern die Angebote gleich häufig.

Als Fazit kann damit festgehalten werden, dass der Angebotsvorsprung der Maschinenbaufirmen gegenüber der restlichen Investitionsgüterindustrie mit zunehmender Produktkomplexität anwächst.

Da - wie einleitend gezeigt - die Struktur der Maschinenbaufirmen auch hinsichtlich des **Anteils Zulieferer bzw. Finalproduzenten** von der Struktur in den anderen Zweigen der Investitionsgüterindustrie abweicht, soll abschließend der Frage nachgegangen werden, ob dieser Unterschied für den festgestellten Angebotsvorsprung des Maschinenbaus im Felde produktbegleitender Dienstleistungen maßgeblich sein könnte. Da im Maschinenbausample weniger Zulieferer (27 %) als im Sample der restlichen Investitionsgüterproduzenten (49 %)

vertreten sind, Zulieferer jedoch - wie gezeigt - weniger produktbegleitende Leistungen offerieren, könnte der Angebotsvorsprung diesem Strukturunterschied zuzurechnen sein. Auch hier bestätigten die differenzierten Auswertungen diese These nicht (vgl. Tab.3.11).

- Bei **Finalproduzenten** zählen Maschinenbaufirmen in nahezu allen Feldern produktbegleitender Dienstleistungen zu merklich höheren Anteilen zum Kreis der Anbieter als Firmen aus anderen Investitionsgüterbranchen. Lediglich Betreibermodelle, Rücknahme und Leasing werden auf gleich geringem Niveau offeriert.
- Auch in der Gruppe von Firmen, die in Teilen **sowohl Finalproduzenten wie auch Zulieferer** sind, sind Maschinenbaufirmen im Angebot produktbegleitender Dienstleistungen noch deutlich führend. Zusätzlich zu den drei bereits bei Finalproduzenten nicht breiter angebotenen Dienstleistungsarten zählen in dieser Vergleichsgruppe lediglich noch Bedarfsanalysen und Engineering zu den Dienstleistungen, die im Maschinenbau und in der restlichen Investitionsgüterindustrie gleich häufig angeboten werden.
- Bei **Zulieferfirmen** stellt sich der Angebotsvorsprung des Maschinenbaus zwar weniger breit dar, er ist jedoch auch hier noch ausgeprägt. Während Maschinenbaufirmen Schulung, Inbetriebnahme, Wartung, Modernisierung und Finanzierungsvermittlung signifikant häufiger anbieten als die Zulieferfirmen aus der restlichen Investitionsgüterindustrie, haben diese in keinem Dienstleistungsfeld einen vergleichbaren Vorsprung.

Die geschilderte relative Überlegenheit des Maschinenbaus im Angebot der verschiedenen Arten produktbegleitender Leistungen führt auch dazu, dass je Firma im Maschinenbau im Mittel mehr produktbegleitende Dienstleistungen angeboten werden als in der restlichen Investitionsgüterindustrie: Dieser Befund leitet sich her aus der Überprüfung der Frage, welcher Anteil der Firmen parallel 10 und mehr verschiedene Dienstleistungen ergänzend zum Sachgutangebot erbringt. Dieser Wert liegt im Maschinenbau bei knapp 40%, in der restlichen Investitionsgüterindustrie bei knapp 20%. Spiegelbildlich beläuft sich die Quote der Maschinenbaufirmen mit lediglich bis zu vier angebotenen Dienstleistungen auf 25%. Im Durchschnitt der restlichen Investitionsgüterindustrie bieten 47% der Firmen ihren Kunden lediglich diese vergleichsweise geringe Palette produktbegleitender Leistungen (vgl. Abb. 3.9).

Tabelle 3.11

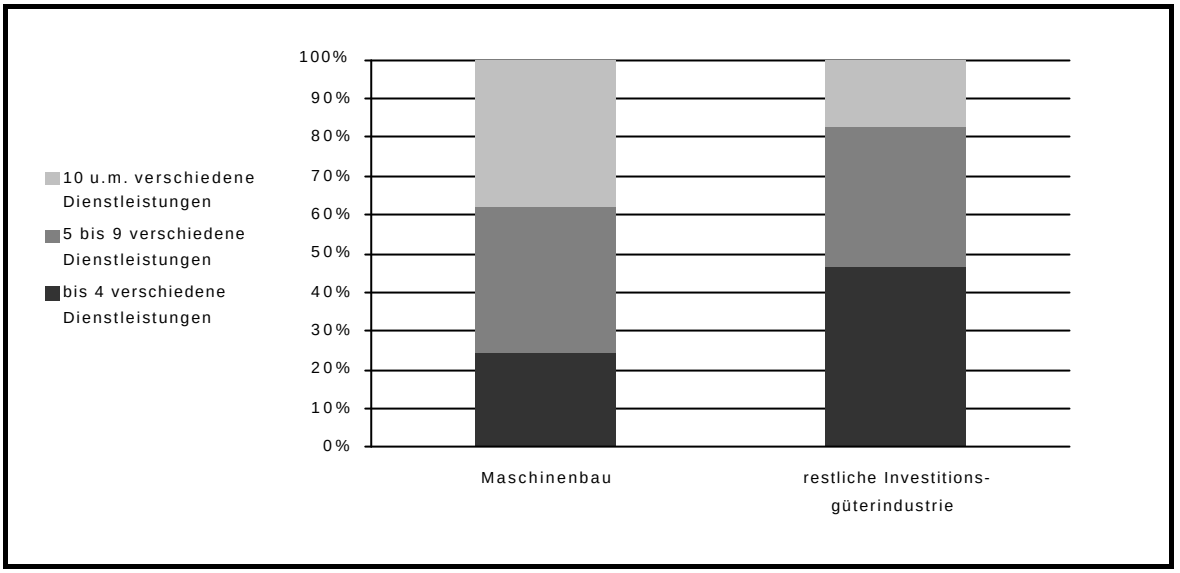
Die Position des Maschinenbaus beim Angebot produktbegleitender Dienstleistungen in der Investitionsgüterindustrie insgesamt und nach Stellung in der Wertschöpfungskette (grau unterlegt: Signifikanz p .05)

Produktbegleitende Dienstleistung	Anteil der Firmen, die die Leistung anbieten, in %							
	insgesamt		Zulieferer		Zulieferer und gleichzeitig Finalproduzent		Finalproduzenten	
	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.	Maschinenbau	restl. Invest. güterind.
Beratung zur Produktauslegung	86	79	90	86	86	75	84	72
Inbetriebnahme	78	49	58	37	84	54	85	62
Schulung	75	52	57	37	81	61	81	68
Wartung, Instandhaltung	74	48	50	32	83	54	82	67
Engineering, Simulation	58	48	58	52	60	50	57	40
Service-Hotline	54	37	32	25	57	47	64	48
Bedarfsanalyse, Pflichtenheft	52	39	46	38	52	43	55	39
Modernisierung, Nachrüstung	50	31	31	21	53	36	59	40
Probefertigung	47	39	45	46	58	36	43	30
SW-Entwicklung	45	29	27	24	51	36	52	32
Generalunternehmerschaft	39	29	23	22	45	31	44	31
Finanzierungsvermittlung	31	11	12	5	27	14	42	19
Teleservice	29	12	11	7	30	19	39	15
Rücknahme, Entsorgung	26	24	15	16	23	25	34	33
Leasing	25	15	10	6	26	18	32	25
Betreibermodelle	18	15	12	11	24	22	19	17

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Abbildung 3.9

Breite des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen in Industriefirmen (Signifikanz p .05)

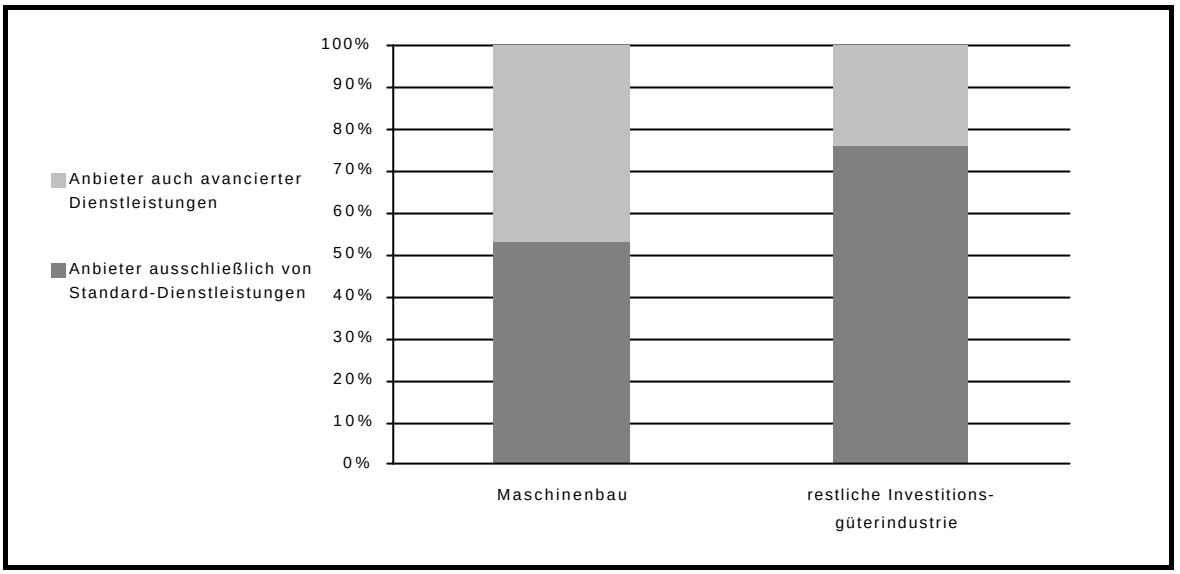


Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Wie sich zeigte, ist in einem mittleren Maschinenbaubetrieb jedoch nicht nur die Anzahl der erhältlichen Dienstleistungen höher. Auch innovative Dienstleistungen finden sich häufiger. Um dies festzustellen wurde analysiert, wie hoch der Anteil der Firmen ist, die neben klassischen Dienstleistungen wie Beratung, Schulung oder Wartung auch mindestens vier innovative Leistungen wie Modernisierung, Teleservice, Finanzierungsvermittlung ö.ä. offerieren. Die Klassifizierung als innovativ ergibt sich dabei zum einen aus bislang noch relativ geringen Verbreitungsquoten. Andererseits wurde auch berücksichtigt, seit wann diese Art der Dienstleistung überhaupt möglich ist. Es zeigte sich, dass im Maschinenbau immerhin 47% der Firmen zum Kreis dieser Anbieter so genannter avancierter Dienstleistungen zählen. Für die restliche Investitionsgüterindustrie beläuft sich dieser Wert auf 24% und ist damit signifikant geringer (vgl. Abb. 3.10).

Abbildung 3.10

Avanciertheit des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen in Industriefirmen (Signifikanz p .05)



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Vergleicht man die weiter oben dargestellten Planungen der Maschinenbaufirmen im Bereich produktbegleitender Dienstleistungen mit den Planungsvorstellungen der Firmen aus den anderen Zweigen der Investitionsgüterindustrie, so entsprechen sie sich im Wesentlichen. Ausnahmen bilden die Dienstleistungen „Teleservice“, „Service-Hotline“ und „Betreibermodelle“. In diesen Dienstleistungsarten liegt die Quote von Firmen mit konkreten Planungen zur Einführung dieser Leistung im Maschinenbau ca. doppelt so hoch wie in der restlichen Investitionsgüterindustrie. Damit wird es den Maschinenbaufirmen gelingen, ihren Vorsprung im Angebot von Dienstleistungen weiter auszubauen.

3.3.3 Die Dienstleistungsanteile am Umsatz steigen auf vergleichsweise niedrigem Niveau

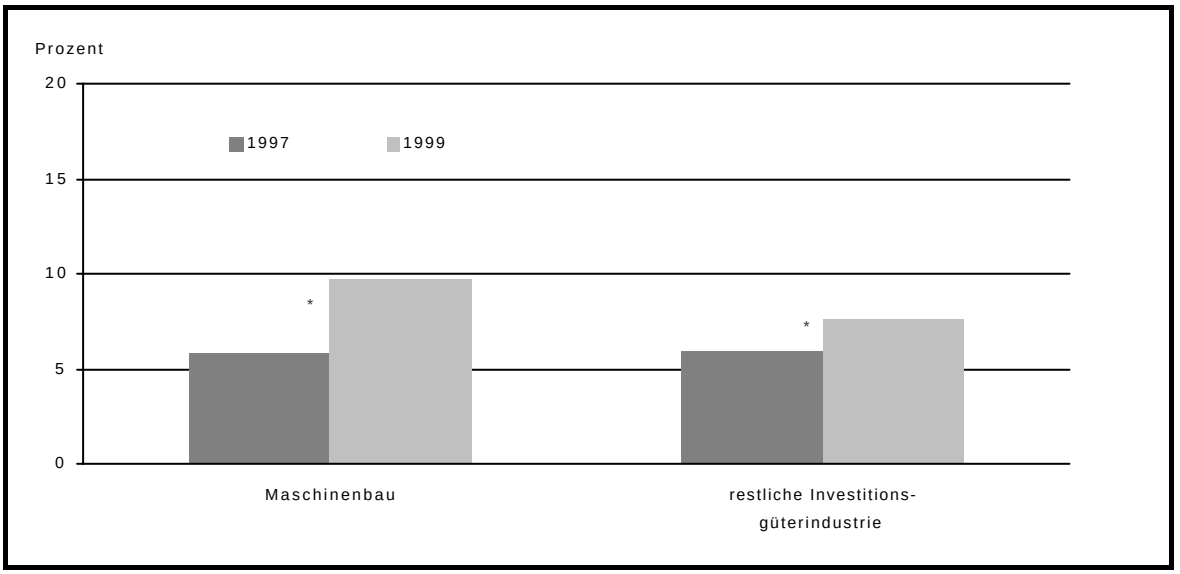
Mit produktbegleitenden Dienstleistungen erzielten Maschinenbaufirmen 1999 nach der hier zu Grunde gelegten Datenbasis im Mittel knapp 10% ihres Umsatzes. Dieser Wert liegt unter dem, was von Seiten des VDMA publiziert wurde. Dort (vgl. Walter o.J.) wird davon ausgegangen, dass bereits mehr als 16% der Maschinenbauumsätze aus dem Verkauf produktbegleitender Dienstleistungen stammen. Dieser Unterschied resultiert sehr wahrscheinlich daher,

dass in den VDMA-Zahlen die Umsätze aus dem Verkauf von Ersatzteilen mit einbezogen worden sind. Da in den meisten Fällen der Ersatzteilumsatz dem Serviceumsatz im engeren Sinne in etwa entspricht (Knight Wendling Consulting 2000), würden sich die Serviceumsätze ohne Ersatzteile auch nach den vom VDMA berichteten Werten in etwa auf 8 bis 10 Prozent belaufen und somit dem entsprechen, was aus der hier herangezogenen Datenbasis abgeleitet wurde.

Im Vergleich zur restlichen Investitionsgüterindustrie liegt der im Maschinenbau mit Dienstleistungen erzielte Umsatz um 2,1 Prozentpunkte höher. Produktbegleitende Dienstleistungen sind damit jedoch weder im Maschinenbau noch in den anderen Branchen der Investitionsgüterindustrie heute bereits ein für die Umsätze in größerem Maße relevanter Faktor (vgl. Abb. 3.11).

Abbildung 3.11

Entwicklung des Umsatzanteils produktbegleitender Dienstleistungen in der Industrie (* Signifikanz p .05)



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Gleichwohl nimmt die Bedeutung der Dienstleistungen für den Maschinenbauumsatz zu. Innerhalb der zwei Jahre zwischen 1997 und 1999 hat sich der Umsatzanteil produktbegleitender

Dienstleistungen um 3,8 Prozentpunkte erhöht. Dieser Zuwachs fiel im Maschinenbau deutlich größer aus als in der restlichen Investitionsgüterindustrie, wo die Steigerung nur 1,7 Prozentpunkte ausmachte. Damit partizipierte der Maschinenbau überdurchschnittlich am dienstleistungsinduzierten Umsatzwachstum (Lay/Rainfurth/ Schneider/Wallmeier 2000). Die Steigerung des Dienstleistungsumsatzes im Maschinenbau wird auch von Seiten des VDMA hervorgehoben. Dort (vgl. Bromund/Friedrich 2000) wird davon ausgegangen, dass zwischen 1991 und 1997 die fakturierten Umsätze aus Dienstleistungen jährlich durchschnittlich um 16 Prozent angewachsen sind.

Vielfach wird darauf hingewiesen, dass sich im Maschinenbau große Teile der erbrachten Dienstleistungen nicht in Dienstleistungsumsätzen niederschlagen, sondern als unentgeltliche Zusatzleistungen erbracht werden und damit in den Sachgutumsätzen enthalten sind. Vor diesem Hintergrund wurde versucht, die Relevanz der Dienstleistungen auch durch den Anteil des mit der Erbringung von Dienstleistungen beschäftigten Maschinenbaupersonals zu messen. Im Ergebnis zeigte sich, dass auch gemessen an diesem Indikator wiederum in etwa dieselbe Relevanz ermittelt werden kann. Da die Erbringung produktbegleitender Dienstleistungen arbeitsintensiver als die Sachgutproduktion ist, steht dem Dienstleistungsanteil am Umsatz im Maschinenbau in Höhe von 9,7% ein Beschäftigtenanteil von 10,8% gegenüber. Ein Zehntel aller im Maschinenbau tätigen Mitarbeiter zählen damit zum Kreis der Dienstleister für Kunden. Nicht berücksichtigt sind dabei die Mitarbeiter, die mit internen Dienstleistungen wie Reinigung, Kantine, Werkschutz etc. beschäftigt sind. Dieser Wert entspricht in etwa dem, was auch aus VDMA-Untersuchungen bekannt wurde. Bromund/Friedrich (2000) berichten, dass im Mittel 8,5% aller Mitarbeiter von Maschinenbauunternehmen im Kundendienst beschäftigt seien.

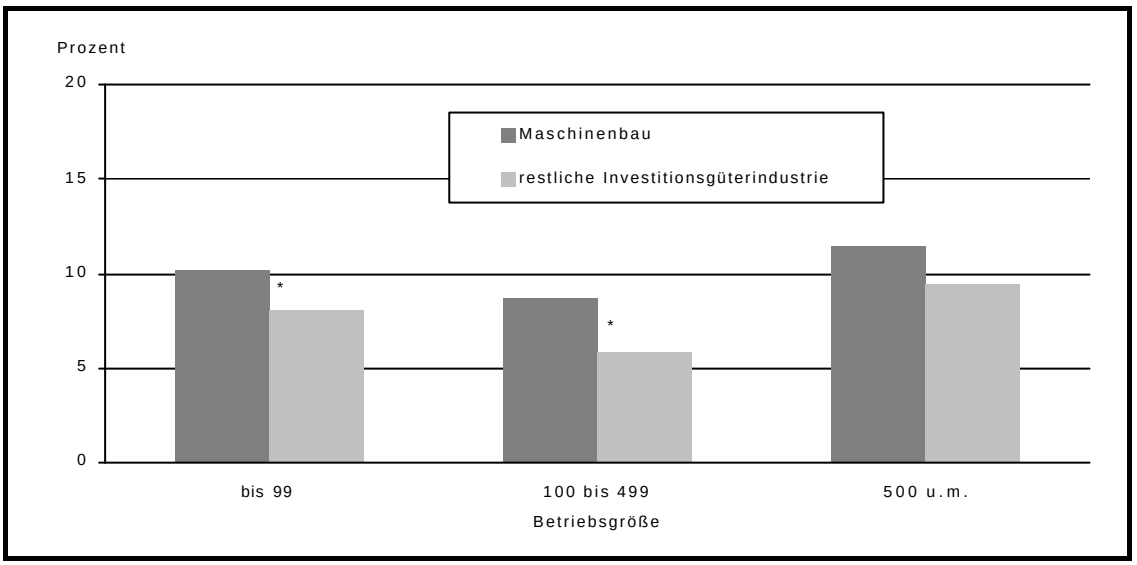
Welche Umsatzanteile Maschinenbaufirmen mit Dienstleistungen erwirtschaften, hängt offensichtlich in starkem Maße von der Komplexität der hergestellten Produkte ab. Mit Steigen der Produktkomplexität wächst der Dienstleistungsanteil am Umsatz von knapp 3% auf über 12%. Dies erklärt sich aus der mit der Produktkomplexität größer werdenden Erklärungs- und Servicebedürftigkeit der hergestellten Erzeugnisse.

Wie die Analysen zeigten, hat auch die Stellung des Betriebs in der Wertschöpfungskette Einfluss auf den Dienstleistungsumsatz. Zulieferer liegen mit einem Dienstleistungsanteil von 8% am Umsatz unter den Werten, die für Finalproduzenten (9,6 %) bzw. für Firmen, die sowohl Zulieferer wie auch Finalproduzenten sind (11,4 %), ermittelt werden konnten. Dies korrespon-

diert mit den unterschiedlichen Möglichkeiten Dienstleistungen anzubieten wie auch mit den im Vorangegangenen dargestellten unterschiedlichen Angebotsbreiten (vgl. Abb. 3.12).

Abbildung 3.12

Umsatzanteil produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße (* Signifikanz p .05)



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552)

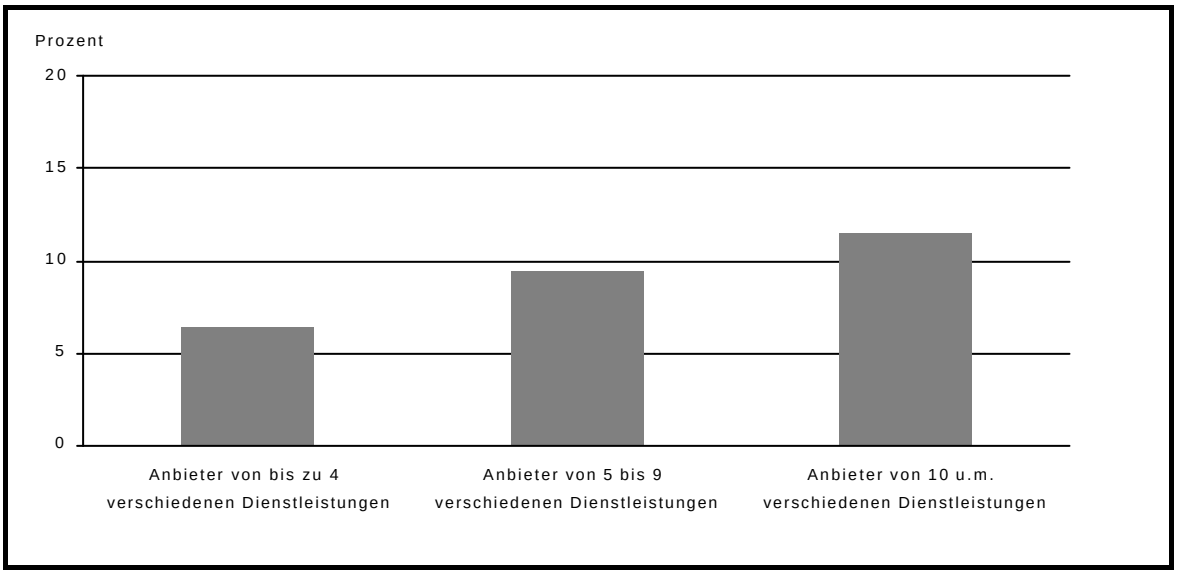
Je nach Betriebsgröße unterscheidet sich zwar auch das Gewicht, das produktbegleitende Dienstleistungen im Maschinenbau haben. Während die Kleinbetriebe (bis 100 Mitarbeiter) 10,2% ihres Umsatzes mit Dienstleistungen erzielen, erwirtschaften die Mittelbetriebe (100 bis 499 Mitarbeiter) im Mittel lediglich 8,7% ihrer Umsätze mit Dienstleistungen. Bei größeren Betrieben liegt der entsprechende Wert mit 11,5% am höchsten, diese Unterschiede sind aber statistisch nicht signifikant.

Welcher Anteil an den Umsätzen im Maschinenbau mit produktbegleitenden Dienstleistungen erwirtschaftet wird, ist im Gegensatz dazu signifikant wiederum davon bestimmt, wie das eigene Dienstleistungsangebot aussieht. Dabei spielen sowohl die Breite wie auch die Avanciertheit dessen, was man im Dienstleistungsbereich seinen Kunden offeriert, eine Rolle (vgl. Abb.3.13):

- Je breiter das Dienstleistungsangebot eines Maschinenbaubetriebs ist, desto mehr Umsatz kann er mit Dienstleistungen erzielen. Werden nur bis zu vier verschiedene Dienstleistungen neben dem eigentlichen Produkt vermarktet, so beläuft sich der Dienstleistungsumsatz im Mittel lediglich auf 6,4 Prozent. Wo zwischen fünf und neun produktbegleitende Dienstleistungen das Sachgutangebot ergänzen, entfallen durchschnittlich 9,4 Prozent des Umsatzes auf dieses Leistungsangebot. Betriebe mit zehn und mehr verschiedenen Dienstleistungen erreichen einen Umsatzanteil von 11,5 Prozent. Eine Verbreiterung des Dienstleistungsangebots kann somit dazu beitragen, den Umsatzanteil von Dienstleistungen in etwa zu verdoppeln.
- Je mehr das Dienstleistungsangebot eines Industriebetriebs über das im Maschinenbau branchenübliche hinausgeht, je avancierter es also ist, desto höher liegen die Dienstleistungsumsätze. Es zeigte sich, dass Firmen, die ausschließlich Standarddienstleistungen wie Wartung, Schulung oder Beratung offerieren, im Durchschnitt 8,3 Prozent ihrer Umsätze mit diesem Angebot erzielen. Firmen mit einem Dienstleistungsangebot, das darüber hinaus reicht und auch Leistungen wie Modernisierung, Rücknahme der Produkte, Betreibermodelle, Teleservice o.ä. einschließt, erreichen demgegenüber einen Anteil der Dienstleistungsumsätze von 11,1 Prozent.

Abbildung 3.13

Dienstleistungsanteil am Umsatz im Maschinenbau nach der Breite der angebotenen produktbegleitenden Dienstleistungen (Signifikanz p .05)



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Es zeigt sich damit, dass ein erweitertes und inhaltlich verbessertes Angebot an produktbegleitenden Dienstleistungen des Maschinenbaus von den Kunden angenommen wird. Umfangreichere Dienstleistungsofferten treffen auf einen aufnahmebereiten Markt. Maschinenbaufirmen müssen nicht fürchten, mit einem Ausbau ihres Dienstleistungsangebotes am Markt vorbei zu agieren.

Eine Steigerung des Umsatzes muss nicht gleich bedeutend sein mit einer verbesserten Ertragslage. Wenn Umsatzwachstum mit hohen Kosten erkauft wird, die am Markt nur teilweise durch die erzielbaren Preise gedeckt werden können, sind höhere Umsätze kaum erstrebenswert. Wie sieht es diesbezüglich bei den produktbegleitenden Dienstleistungen im Maschinenbau aus? Bringt ein durch einen Ausbau des Angebots an Dienstleistungen erweiterter Umsatz auch zufriedenstellende Erträge? Die hierzu durchgeführten Analysen entkräften solche Bedenken nicht nur, sie belegen, dass mit produktbegleitenden Dienstleistungen sogar bessere Renditen zu erwirtschaften sind als mit dem Sachgutgeschäft allein, wodurch bisherige Einzelfallbeobachtungen bestätigt werden (Luczak 1999). Es zeigte sich, dass

- Betriebe, die strategisch in erster Linie auf Termintreue und kurze Lieferzeiten setzen (ca. 8% der Maschinenbaubetriebe), im Mittel eine Umsatzrendite von lediglich 0,4% erreichen,
- Betriebe, die ihre Produkte an die Kundenwünsche möglichst weitgehend anpassen (ca. 32%), eine durchschnittliche Umsatzrendite von 4,1% erzielen,
- Betriebe, die sich mit innovativer und hoch stehender Produkttechnik abheben wollen (ca. 26%), im Durchschnitt eine Umsatzrendite von 5,3% erwirtschaften,
- Betriebe, die die Qualität ihrer Produkte ins Zentrum ihrer Wettbewerbsstrategie stellen (ca. 26%), eine mittlere Umsatzrendite von 5,5 Prozent aufweisen,
- Betriebe, die über den Produktpreis zu konkurrieren versuchen (ca. 5%), im Durchschnitt eine Umsatzrendite von 6,0%erwirtschaften, und dass
- Betriebe, die ihren Wettbewerbsvorteil im besten Service suchen (ca. 3%), mit 7,9% Umsatzrendite an der Spitze liegen.

Diese Renditeunterschiede sind so groß, dass mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 Prozent davon ausgegangen werden kann, dass die Renditen der verschiedenen Gruppen nicht gleich sind.

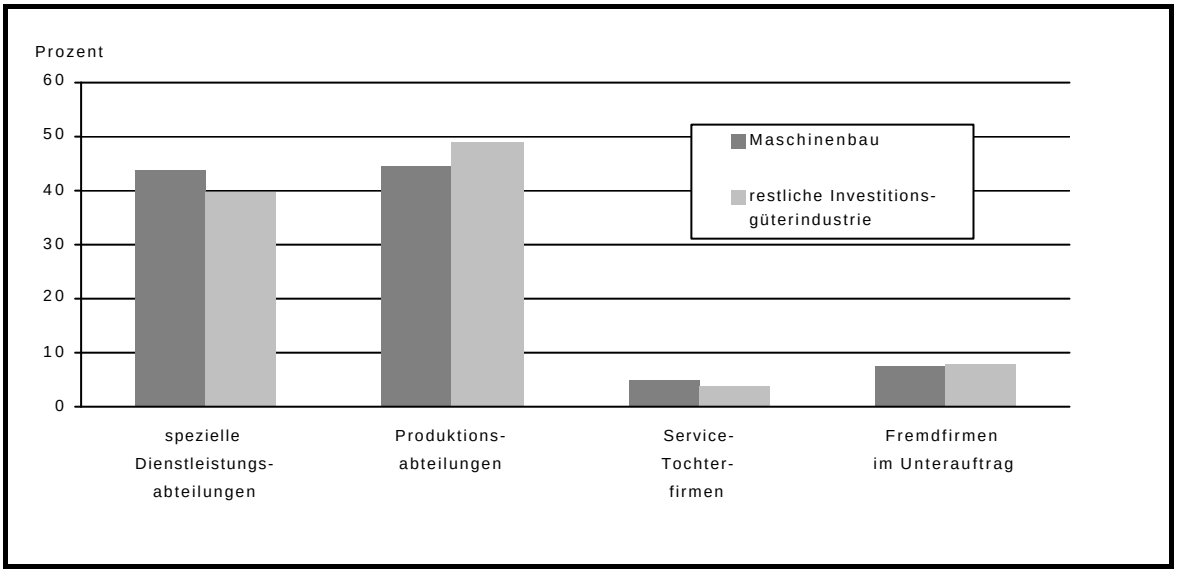
3.3.4 Steigendes Dienstleistungsangebot hat Auswirkungen auf die Organisation und den Qualifikationsbedarf

Die Organisation produktbegleitender Dienstleistungen in Industriebetrieben allgemein wie auch in Maschinenbaubetrieben sollte sich an der strategischen Zielsetzung, dem Umfang der

zu erbringenden Dienstleitungen, der Qualität des Angebots produktbegleitender Dienstleistungen sowie an den vorhandenen betrieblichen Ressourcen orientieren (Schneider/Lay 1999; Luczak 1999; Töpfer/Mehdorn 1996). Als Organisationsalternativen stehen zur Verfügung: Die Dienstleistungen können entweder von den Produktionsabteilungen mehr oder weniger „nebenbei“ oder von speziellen Dienstleistungsabteilungen erbracht werden und bleiben damit im produzierenden Unternehmen integriert. Aber auch die Ausgliederung an Tochter- bzw. Fremdunternehmen ist eine Möglichkeit, eigene kapazitative Engpässe bei der Dienstleistungserbringung zu überbrücken (vgl. Abb. 3.14).

Abbildung 3.14

Organisation der produktbegleitenden Dienstleistungen in der Industrie



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552)

Beim Vergleich der Verbreitung der verschiedenen Organisationsformen im Maschinenbau ist insgesamt eine Bevorzugung dienstleistungsintegrierender Modelle festzustellen. Die Möglichkeit, Dienstleistungen von denselben Abteilungen erbringen zu lassen, die auch für die Produktion der Sachgüter zuständig sind, werden im Mittel für ca. 44% der erbrachten Dienstleistungen genutzt. Diese Organisationsform, die in höchstem Maße den Informationsfluss zwischen produzierenden und dienstleistenden Mitarbeitern gewährleistet, hat ihre Grenzen, sobald die Firmen ein umfassenderes Dienstleistungsangebot vermarkten. Genaueren Aufschluss über die Kosten der Dienstleistungen ermöglichen spezielle Dienstleistungsabteilungen, die oft auch als

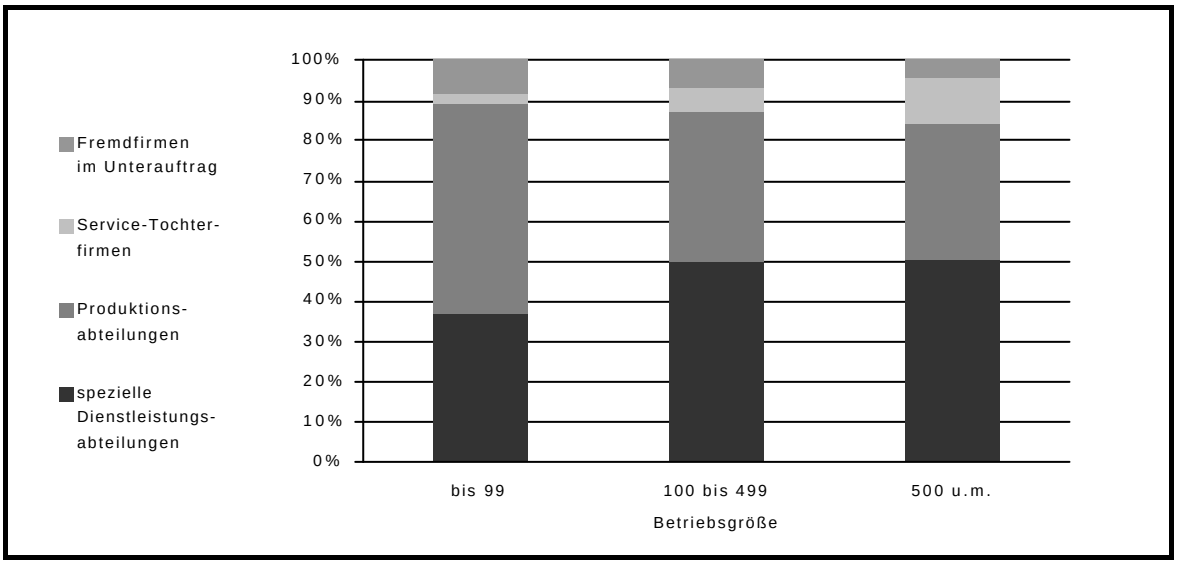
Cost- bzw. Profitcenter geführt werden. Ebenfalls 44% der Dienstleistungen im deutschen Maschinenbau werden von solchen Spezialabteilungen erbracht.

Dagegen werden die beiden Auslagerungsformen, deren Gefahr darin liegt, wertvolle Informationsrückflüsse und Kundenbindungspotenziale zu verschenken, in erheblich geringerem Maße angewandt: 5% der Dienstleistungen werden an Tochter- und Schwesterfirmen ausgelagert und 7% von Fremdfirmen erbracht. Damit werden produktbegleitende Dienstleistungen in geringerem Maße ausgegliedert als Dienstleistungen, die keinen kundenbezogenen strategischen Stellenwert haben wie z.B. Reinigungs- und Kantinenleistungen. Diese Zahlen zeigen, dass die Outsourcing-Welle der 90er-Jahre, die vor allem die betriebsinternen Dienstleister wie Reinigungs-, Kantinen- und Sicherheitsdienste erfasst hat, nicht auf kundenbezogene Dienstleistungen übergeschwappt ist.

Vergleicht man die Organisationspraxis von Maschinenbaubetrieben mit der organisatorischen Einbettung produktbegleitender Dienstleistungen in den anderen Branchen der Investitionsgüterindustrie, so ergeben sich kaum Unterschiede. Differenzen zeigen sich im Gegensatz dazu, wenn man den Einfluss der Betriebsgröße überprüft. Die Umfragedaten erbrachten hierzu folgendes Bild (vgl. Abb. 3.15):

Abbildung 3.15

Organisation produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau nach Betriebsgröße



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

Kleinbetriebe erbringen im Mittel 52% ihrer produktbegleitenden Dienstleistungen mit Hilfe ihrer Produktionsabteilungen. Gegenüber den 37 bzw. 34% der Dienstleistungen, die in Mittel- und Großbetrieben auf diese Weise organisiert sind, ist dies ein signifikanter Unterschied. Damit nutzen Kleinbetriebe zum einen die Vorteile kurzer Informationswege vom Kunden in die Produktion bzw. vom Service- zur Konstruktionsabteilung, und zum anderen kann ein positiver Zusammenhang zwischen dem geringeren Dienstleistungsumfang in diesen Betrieben und der eher zwanglosen organisatorischen Aufhängung gesehen werden.

Dagegen wird in den Mittelbetrieben der größte Teil, nämlich 50 Prozent der Dienstleistungen, von eigenständigen Dienstleistungsabteilungen erbracht. Betriebe dieser Größe scheinen damit die Vorteile der Kosten- und Nutzentransparenz des Services höher zu bewerten als die Nachteile dieser Organisationsform, nämlich Informationsverluste und die Verselbstständigung des Dienstleistungsgeschäfts.

Schließlich fällt auf, dass die befragten Großbetriebe die Möglichkeit, die Dienstleistungen auszulagern, in stärkerem Maße nutzen als die Klein- und Mittelbetriebe. Immerhin knapp 16 Prozent der erbrachten Dienstleistungen der Großunternehmen (gegenüber 11 Prozent in Klein- und 13 Prozent in Mittelbetrieben) werden bei Tochterfirmen oder bei Fremdfirmen im Unterauftrag erbracht.

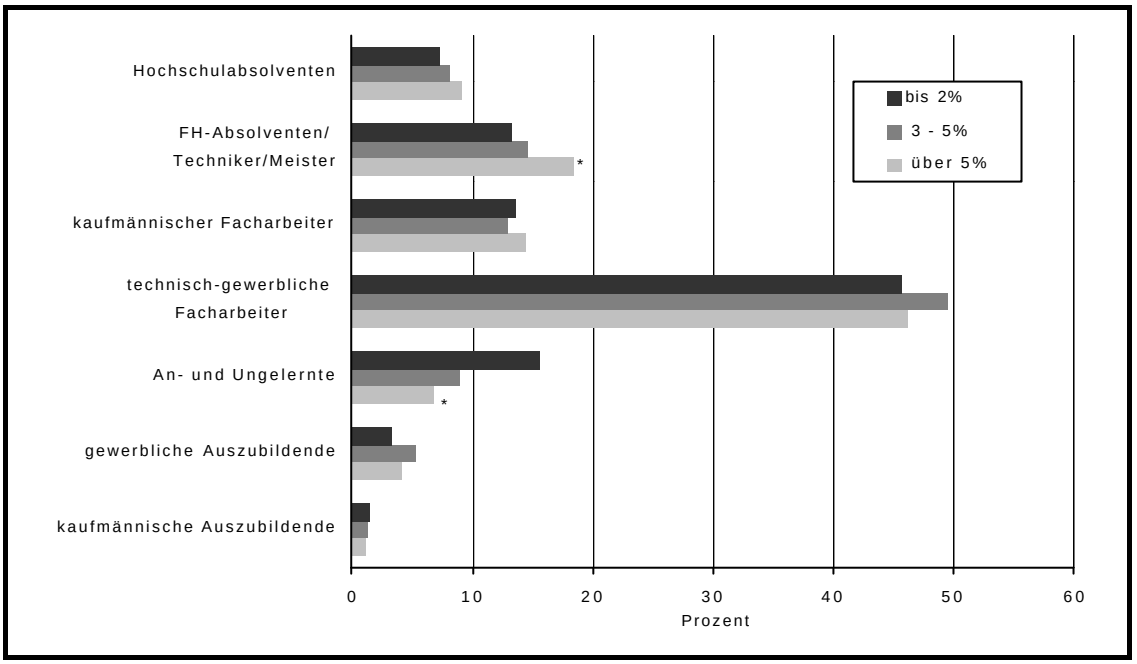
Durch eine verstärkte Dienstleistungsorientierung ändert sich die in Maschinenbaubetrieben vorherrschende Qualifikationsstruktur der Beschäftigten. Wie ein Vergleich von Betrieben mit gemessen am Umsatz hoher, mittlerer und geringer Dienstleistungsorientierung zeigte, sind von einer differierenden Dienstleistungsintensität insbesondere der Anteil An- und Ungelernter sowie der Anteil von Mitarbeitern mit einer Meister-, Techniker- bzw. Fachhochschulqualifikation betroffen (vgl. Abb. 3.16).

In Maschinenbaubetrieben mit unter 2% Dienstleistungsumsatz liegt die Quote der An- und Ungelernten bei 16%. In Betrieben mit einem Dienstleistungsumsatz von 3 bis 5% beläuft sich der entsprechende Wert auf knapp 9%. In Firmen mit einem höheren Dienstleistungsumsatz sinkt die Beschäftigung von An- und Ungelernten auf unter 7%. Die Quote der Mitarbeiter mit einem Fachhochschulabschluss bzw. einer Meister- oder Technikerqualifikation steigt parallel zur Abnahme der An- und Ungelernten von 13 über 15 auf 18%.

Da die Anteile der übrigen Qualifikationsgruppen in Maschinenbaubetrieben von einer variierenden Dienstleistungsorientierung weitgehend unbeeinflusst bleiben, kann daraus geschlossen werden, dass mehr Dienstleistungen im Maschinenbau keine Renaissance der Facharbeit, sondern einen Mehrbedarf an darüber liegenden Qualifikationen bedeutet (vgl. Abb. 3.16).

Abbildung 3.16

Dienstleistungsanteil am Umsatz im Maschinenbau und Qualifikation der Mitarbeiter (* Signifikanz p 05)



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* (1999 n = 1442, Maschinenbau n = 552).

3.3.5 Fazit zum Dienstleistungsangebot im Maschinenbau

Zusammengefasst ergibt sich aus den im Vorangegangenen ausgebreiteten Befunden folgendes Fazit:

Das Angebot produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau ist über die gesamte Breite der hier betrachteten Dienstleistungspalette signifikant breiter als in den anderen Branchen der Investitionsgüterindustrie. Gleichwohl ist das Angebot produktbegleitender Dienst-

leistungen auch im Maschinenbau keineswegs flächendeckend. Insbesondere über die klassischen Leistungen hinausgehende Dienste sind noch eher die Ausnahme.

Kleinere Maschinenbaufirmen versuchen nicht, ihren Wettbewerbsnachteil im Produktbereich durch überproportionale Anstrengungen im Felde produktbegleitender Dienstleistungen zu kompensieren. Sie bieten im Gegenteil Dienstleistungen in geringerem Maße an.

Maschinenbaufirmen erzielen im Durchschnitt etwa 10 Prozent ihres Umsatzes mit produktbegleitenden Dienstleistungen. Dieser Anteil wächst schneller als in den anderen Branchen. Ein steigendes Dienstleistungsangebot des Maschinenbaus wird von den Kunden angenommen und führt zu höheren Umsätzen.

Im Maschinenbau wie auch in der restlichen Industrie werden produktbegleitende Dienstleistungen teils durch die Produktionsabteilungen teils durch spezielle Dienstleistungsabteilungen erbracht. Service-Tochterfirmen oder Fremdfirmen im Unterauftrag sind lediglich bei größeren Maschinenbaufirmen etwas stärker eingeschaltet.

Mit steigendem Dienstleistungsumsatz steigt im Maschinenbau das Qualifikationsniveau: Der Anteil An- und Ungelernter sinkt, der Anteil von Mitarbeitern mit Meister- oder Fachhochschulqualifikation steigt. Der Facharbeiteranteil bleibt relativ konstant. Mehr produktbegleitende Dienstleistungen im Maschinenbau bedeuten damit keine Renaissance der Facharbeit.

3.4 Ausblick

Beim Wandel im Leistungsangebot durch Produktinnovationen und Dienstleistungen ist in erster Linie erwähnenswert, dass die alleinige Betrachtung der amtlichen Statistik zur Forschung und Entwicklung in die Irre führt, weil der Maschinenbau - berücksichtigt man Konstruktions- und Entwicklungstätigkeiten, die bei individuellen Produkten anfallen, - in mindestens gleichem Maße Anstrengungen unternimmt, neue Produkte für die Kunden anzubieten. Auch die Umsatzanteile mit den neuen, nicht älter als zwei Jahre alten Produkte, sind über die zweite Hälfte der 90er-Jahre stabil geblieben. Auch der internationale Vergleich der Patentieraktivitäten des weltweiten Maschinenbaus weist wiederum Deutschland als Patentweltmeister aus, die Anzahl der Patentanmeldungen hat in den letzten Jahren noch einen starken Zuwachs erfahren. Konjunkturelle Effekte in der Art, dass bei gut laufendem Geschäft Innovationsanstrengungen unterbleiben, zeigen sich auf keinen Fall.

Die Detailanalyse zeigt aber auch, dass seit einigen Jahren neue Länder als innovative Akteure mit Maschinenbauprodukten in den Statistiken auftauchen. Als Beispiele sind Korea und Spanien zu nennen. Auch vergleichsweise zurückhaltend ist die Position des deutschen Maschinenbaus dort, wo neben der Anmeldung im Maschinenbau noch Quereinträge zu anderen Fachgebieten wie Elektronik, neuen Materialien oder Mess- und Regeltechnik zu verzeichnen sind.

Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die Interdisziplinarität in der Entwicklung deutlich voranzutreiben. Bei der Elektronik- und Softwareentwicklung ist dies in den letzten Jahren im deutschen Maschinenbau umfangreich geschehen. Dies hat u. a. auch dazu geführt, dass der deutsche Maschinenbau in wichtigen Teilmärkten die weltweit führenden Fertigungsverfahren für Technologien der New Economy anbietet.

Analysiert man weiter zur Zeit im starken Aufschwung befindlichen Wissenschaftstrend zur Miniaturisierung, Photonik, Materialwissenschaften, deren Verstärkung in den nächsten zehn Jahren von Experten erwartet wird, so zeigt sich einerseits die Notwendigkeit zur weiteren interdisziplinären Herangehen aber andererseits auch zur stärkeren Orientierung aus und Monitoring der Grundlagenforschung. Der Zyklus von Grundlagenerkenntnissen zu Produkten und dafür notwendigen Fertigungsverfahren beschleunigt sich. Hierbei dürfte die Zusammenarbeit über Branchengrenzen hinweg eine zentrale Rolle bekommen. Ob dies, wie bei der Elektronik, durch den Aufbau von Ankopplungskompetenz oder Aufbau eigener Entwicklungskapazitäten geschehen oder durch proaktives Kooperationsverhalten sichergestellt werden kann, ist im Rahmen dieser Studie nicht zu klären. Auch ob das Innovationssystem Maschinenbau insgesamt, also Betriebe, zuliefernde Branchen, verschiedene Kundengruppen und öffentliche Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur hier optimal zusammenspielen, konnte im Rahmen dieses Gutachtens nicht geklärt werden.

Neben dem Innovationsgehalt der Produkte ist für den Maschinenbau die Fähigkeit bedeutend, den Kunden eine gesamthafte Problemlösung bieten zu können. Dies hat in den letzten Jahren im Ausbau der Dienstleistungspalette von Maschinenbauunternehmen seinen Ausdruck gefunden. Neue innovative Dienstleistungen außerhalb des klassischen Leistungskatalogs sind dagegen nicht in dem Maße verzeichnet. Sie sind in der Regel mit dem Aufbau neuer oder ergänzender Geschäftsmodelle verbunden und könnten technisch durch IuK-Techniken unterstützt werden. Die Unternehmen verbinden mit diesen Dienstleistungen nicht nur die Problemlösungsfähigkeit für den Kunden und zusätzliche Erlöse, sondern erhoffen sich wichtige Kun-

deninformationen durch den permanenten Kontakt. Hierbei können insbesondere die Flexibilitätspotenziale kleine und mittelständische Maschinenbauunternehmen zu höherer Kundenbindung führen. Der Versuch der Kompensation der typischen KMU-Nachteile durch erhöhte Dienstleistungsaktivitäten ist bei kleineren Maschinenbaufirmen aber nicht zu verzeichnen. Sie bieten im Gegenteil Dienstleistungen in geringerem Maße an.

Der letzte Befund ist deshalb problematisch, da kleinere Maschinenbaufirmen auch in sehr viel geringerem Maße die mit der stärkeren Wissenschaftsbindung einhergehenden höheren Transaktionskosten zur Informationsbedarfsdeckung schultern können. Es sei denn, die Firmen entstammen dem FuE-Bereich von Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Firmen. Verbunden mit den in Kapitel 4 diskutierten Möglichkeiten zukünftig zu schnell aufzubauenden Zulieferstrukturen zu kommen, könnte sich durchaus ein größeres Potenzial als bisher für Hightech-Start-ups im Maschinenbau bieten. Endgültige Klärungen zu diesen Befunden lassen sich aber erst herbeiführen, wenn - wie oben angesprochen - eine umfänglichere Analyse zu den Parametern des Innovationssystems erfolgt ist, das den Maschinenbau und seine Partner umfasst.

4. Leistungserstellung im Maschinenbau angesichts neuer Herausforderungen

Neben dem Leistungsangebot im Maschinenbau ist auch die Erstellung dieser Leistung, nämlich die Produktion innerhalb der Betriebe und die Zusammenarbeit mit den Partnern in der Wertschöpfungskette, erheblichen Änderungen unterworfen. Dieses Kapitel analysiert die wichtigsten Parameter der Leistungserstellung im deutschen Maschinenbau.

Zuerst erfolgt eine Schilderung der Veränderungen der Rahmenbedingungen und Anforderungen an den Leistungserstellungsprozess, insbesondere bezüglich der Fertigungscharakteristika und der Position in der Wertschöpfungskette (Kapitel 4.1). Damit kann die Ausgangssituation beschrieben werden. Bereits an anderen Stellen vielfach berichtet (vgl. z. B. Widmaier, Hrsg. 2000 und die darin enthaltenen Beiträge), erfolgt daher eher nachrichtlich eine Übersicht über den Technikeinsatz in der Fertigung und Produktentwicklung sowie über den Einsatz organisatorischer Konzepte (Kapitel 4.2). Ohne auf die Investitionen und -volumina einzugehen, kann ein Eindruck zur Modernität der Fertigung festgehalten werden.

Schwerpunkte der Berichterstattung sind die Herausforderungen, die sich mit den Begriffen *Internationalisierung* und den neu zur Verfügung stehenden Technologien der *New Economy* verknüpfen lassen (Kapitel 4.4). Von besonderem Interesse ist, inwieweit die mit diesen Begriffen verbundenen neuen Technologien genutzt werden (Kapitel 4.3.1), wie sich die Maschinenbaubetriebe bei der überbetrieblichen Zusammenarbeit verhalten (Kapitel 4.3.2) und wie diese ihre Wertschöpfungsstufen internationalisieren (Kapitel 4.3.3).

Das empirische Rückgrat dieses Kapitels ist wiederum die Auswertung der Fraunhofer-ISI-Umfrage *Innovationen in der Produktion 1999* (und gelegentlich zu Vergleichszwecken zu 1997 (hierzu finden sich nähere Informationen in Kapitel 1). Die qualitativen Aussagen beruhen auf Ergebnissen von Literaturrecherchen und auf Fallanalysen, die das ISI für andere Projekte durchgeführt hat. Die Befunddarstellung wird mit einem Fazit (Kapitel 4.4) abgeschlossen.

4.1 Anforderungscharakteristika der Leistungserstellung in Produktentwicklung und Produktion

Die Kundenwünsche und –anforderungen resultieren in eine Reihe von Herausforderungen an die Prozesse in Produktentwicklung und Produktion. Für die Anforderungen an die **Produktentwicklung** zeigt sich auf der Basis der Fraunhofer-ISI-Befragungen von 1997 und 1999 folgende Entwicklung (vgl. Tab.4.1):

Tabelle 4.1

Anforderungscharakteristika an Produktentwicklung und Fertigung

Charakteristika der Produktentwicklung	Charakteristika der Fertigung	Maschinenbau (WZ 29)					sonstige Investitons-güter-industrie 1999	gesamte Investitons-güter-industrie 1999
		1997	1999					
			Insgesamt	Betriebsgröße (Beschäftigte)				
				klein 99	mittel 100-499	groß 500		
Produktentwicklung	keine	5%	**1,9%**	3,7%	0,0%	0,0%	5,7%	4,3%
	nach Kundenspezifikation	34%	**44,1%**	55,4%	35,8%	18,0%	54,7%	50,7%
	Grundprogramm mit kundenspezif. Varianten	52%	**44,7%**	33,9%	53,8%	66,0%	29,9%	35,5%
	Standardprogramm	9%	**9,2%**	7,0%	10,4%	16,0%	9,6%	9,5%
Produktkomplexität	einteilige Erzeugnisse	5%	**7,6%**	8,9%	7,9%	0,0%	23,3%	17,2%
	mehrteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	32%	**32,2%**	29,8%	36,0%	30,6%	39,0%	36,4%
	mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur	35%	**29,1%**	28,6%	28,1%	34,7%	24,0%	26,0%
	komplexe Anlagen	27%	**31,2%**	32,7%	28,1%	34,7%	13,7%	20,4%
Produktfertigung	nach Kundenauftragseingang	72%	**75,6%**	82,8%	72,5%	50,0%	75,3%	75,4%
	Vorfertigung mit Endmontage nach Kundenauftrag	24%	**19,7%**	12,7%	24,2%	39,1%	17,1%	18,1%
	auf Lager	3%	**4,7%**	4,5%	3,4%	10,9%	7,7%	6,5%
Seriengröße	Einzelfertigung	58%	**50,4%**	61,9%	41,9%	22,4%	24,7%	34,7%
	Kleinserienfertigung	20%	**21,7%**	18,3%	23,5%	32,7%	15,4%	17,9%
	Mittelserienfertigung	15%	**21,5%**	14,7%	27,4%	34,7%	29,6%	26,4%
	Großserienfertigung	7%	**6,5%**	5,2%	7,3%	10,2%	30,3%	21,0%
Stellung in der Wertschöpfungskette	Zulieferer	-	**26,7%**	28,7%	28,3%	10,7%	48,6%	40,2%
	Endproduktthersteller (EPH)	-	**48,9%**	44,8%	50,2%	64,3%	34,3%	39,9%
	Zulieferer und EPH	-	**24,4%**	26,5%	21,5%	25,0%	17,1%	19,9%
Insgesamt %		42,1	**38,3**	51,8	37,7	10,5	61,7	100%
n		560	**552**	286	208	58	890	1442

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (n = 1442, Maschinenbau n = 552) 1997 (n = 1329, Maschinenbau n = 560)

1997 haben 34% der befragten 560 Maschinenbaubetriebe nach Kundenspezifikationen ihre Produkte entwickelt. 1999 ist dieser Anteil auf 44% gestiegen. Die Anteile der Betriebe, die

ein Grundprogramm mit kundenspezifischen Varianten anbieten, sind von 52% 1997 auf knapp 48% 1999 gesunken. Der Anteil der Betriebe, die ein Standardprogramm ihren Kunden anbieten bzw. Lohnfertigungsaufgaben übernehmen und keine eigene Entwicklung vornehmen, sind – so weit sie dem Maschinenbau zuzuordnen sind – in etwa stabil geblieben[1]. Die Entwicklung dieser Datenreihe zeigt, dass trotz gut laufender Konjunktur die Anforderungen der Kunden an die Spezifikation der zu liefernden Produkte in keinster Weise nachgelassen haben, sondern sich die Anforderungen noch verschärft haben. Diese Entwicklung ist vielfach in anderen Untersuchungen beschrieben und als Besonderheit und als Problem (Fleischer 1997; Widmaier 2000 und 1996; Leyendecker 2000) des deutschen Maschinenbaus herausgestellt worden.

Vergleicht man aber nun die Ergebnisse der restlichen Wirtschaftszweige des Investitionsgüterproduzierenden Gewerbes aus der Befragung 1999, so zeigt sich, dass aus den anderen Wirtschaftszweigen fast 55% der Betriebe nach Kundenspezifikationen die Produkte entwickeln. Im Durchschnitt des gesamten Investitionsgüterproduzierenden Gewerbes sind dies 51%. Damit wäre der Maschinenbau weniger mit konkreten Einzelproduktentwicklungen konfrontiert als der Durchschnitt der Betriebe der anderen Branchen. (Dabei hauptsächlich in der restlichen Metallverarbeitung.) Deutlich umfangreicher dagegen ist der Anteil der Betriebe, die ein Grundprogramm anbieten und kundenspezifische Varianten offerieren. Hier liegen die fast 45% befragten Maschinenbaubetriebe deutlich über dem Gesamtdurchschnitt des Investitionsgüterproduzierenden Gewerbes von 35%. Von der Branche Maschinenbau her gesehen, haben sich die Anforderungen verschärft; im Branchenvergleich dagegen werden diese Anforderungen in anderen Branchen in gleichem, teilweise höherem Maße gestellt.

Von 1997 bis 1999 hat der Anteil der Betriebe zugenommen, die komplexe Anlagen, also ganzheitliche Produkte, ihren Kunden liefern. Dieser Anteil ist von 27% auf über 31% gestiegen. 1997 betrug der Anteil der Betriebe, die mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur herstellen, 35%. Bis 1999 nahm der Anteil auf 29% ab.

Im Branchenvergleich zeigt sich, dass die Maschinenbaubetriebe, die komplexe Anlagen herstellen, gegenüber dem Gesamtdurchschnitt der Investitionsgüterproduzierenden Betriebe im Maschinenbau deutlich höher liegen. Etwas über 20% der Investitionsgüterproduzierenden

---

[1] Die Verringerung des Lohnfertigeranteils (ohne eigene Produktentwicklung) erklärt sich nur teilweise aus konjunkturellen Effekten. Effekte der unterschiedlichen Stichprobenschichtung 1997/1999 überwiegen.

Betriebe – gegenüber 31% im Maschinenbau - stellen im Durchschnitt komplexe Anlagen her. Auch der Anteil von Produzenten komplexer mehrteiliger Erzeugnisse liegt mit 29% über dem Gesamtdurchschnitt von 26%.

Insgesamt zeigt sich, dass immer noch die Individualität der jeweiligen Kundenwünsche bzw. die jeweilige Neuentwicklung pro Auftrag im Vordergrund stehen und dass die angebotenen Produkte umfangreicher und komplexer werden. Dies korrespondiert im Übrigen mit den Ergebnissen aus Kapitel 3, die die Verschmelzung verschiedener Technologieströnge in den Produkten des Maschinenbaus darstellen, wie auch der Notwendigkeit, diese dann produzierten komplexen Anlagen durch ergänzende Dienstleistungen zu begleiten.

Die zeitlichen Flexibilitätsanforderungen an die **Produktion** scheinen ebenfalls gestiegen zu sein. 1997 lösten 72% der befragten Betriebe die Fertigung nach Kundenauftragseingang aus. Dieser Anteil liegt 1999 bei 76% der befragten Betriebe. Gegenüber 1997, als noch 24% der befragten Betriebe Teile vorfertigten und nach Eingang des Kundenauftrags die Endmontage vornahmen, sinkt dieser Anteil 1999 auf knapp unter 20%. Im Branchenvergleich für 1999 dagegen nehmen die Maschinenbaubetriebe im Vergleich zu den anderen Investitionsgüterproduzenten keine Sonderrolle ein. Die Verhältnisse hinsichtlich der Auslösung der Fertigung sind vergleichbar.

Der wichtigste und signifikant nachweisbare Unterschied besteht dagegen bei der Seriengröße. Über die Hälfte der 1999 befragten Maschinenbaubetriebe fertigen Einzelteile, knapp 22% Kleinserien, ebenfalls 22% mittlere Serien und nur 6,5% Großserien. Gegenüber dem Durchschnitt der Investitionsgüterproduzierenden Betriebe zeigt sich die deutlichste Abweichung für die Einzelfertigung. Im Schnitt der befragten Investitionsgüterproduzenten haben nur 35% die Seriengröße 1. Sie fertigen auch viel häufiger Großserien mit über 3 000 Teilen.

Der Vergleich der Daten von 1997 mit denen von 1999 zeigt: Fertigten 1999 50% der befragten Maschinenbaubetriebe mit der Seriengröße 1, so waren das 1997 noch 58% gewesen. Die Kleinserienfertigung wies in etwa denselben Anteil auf, dagegen stieg von 1997 auf 1999 der Anteil von Mittelserienfertigung von 15 auf fast 22% der befragten Maschinenbaubetriebe. Hier scheint es – möglicherweise auf Grund der guten konjunkturellen Lage im Beobachtungszeitraum – eine Verschiebung von der zwar immer noch dominierenden Einzelfertigung in die Kleinserienfertigung gegeben zu haben und insbesondere entsprechend von dieser in die Mittelserienfertigung. Die mögliche Erklärung der Modularisierung der Produktpalette kann man

ausschließen, da der Anteil der Betriebe, der eine Vorfertigung von Teilen und Endmontage nach Kundenspezifikation vornimmt, von 24% auf unter 20% gesunken ist (wie oben auch anhand der Abnahme des Grundprogramms mit kundenspezifischen Varianten beschrieben).

Insgesamt zeigt sich damit eine Zunahme in der Produktkomplexität, die in der Produktentwicklung und in der Produktion selbst bewältigt werden muss. Dass hier die Kundenwünsche schnell durchgreifen, zeigt sich auch dadurch, dass unter den befragten Maschinenbaubetrieben fast die Hälfte Endproduktthersteller ist, die direkt mit den Kunden verhandeln. Dies ist eindeutig ein höherer Anteil als im Gesamtdurchschnitt der Investitionsgüterproduzenten, die im Untersuchungssample zu 40% Endproduktthersteller sind.

Somit sind die zeitlichen Anforderungen wie auch die Individualwünsche der Kunden im Vergleich zu anderen Investitionsgüterproduzierenden Betrieben nichts Außergewöhnliches. Wichtigstes Fertigungscharakteristikum, das den Maschinenbau deutlich von allen anderen Branchen abhebt, ist die Tatsache, dass über die Hälfte der Betriebe mit der Seriengröße 1 arbeiten. Hinsichtlich der Anforderung Seriengröße 1 ist der Maschinenbau – wie auch in der Vergangenheit (Widmaier 2000) – einzigartig. Daran hat auch der gute Konjunkturverlauf der letzten Jahre nur wenig geändert. Herausragend ist die Tatsache, dass im Zeitverlauf die Komplexität der angebotenen Produkte gegenüber 1997 zugenommen hat. Positiv interpretiert, kann man dies als Fortschreiten in Richtung Systemgeschäft deuten, negativ interpretiert wäre das Überschreiten des Optimums der Produktdifferenzierung, wie in Fleischer 1997 als „Inefficiency Trap“ des deutschen Maschinenbaus beschrieben, zu befürchten.

4.2 Modernisierung in der Produktion durch Technikeinsatz und Organisationskonzepte

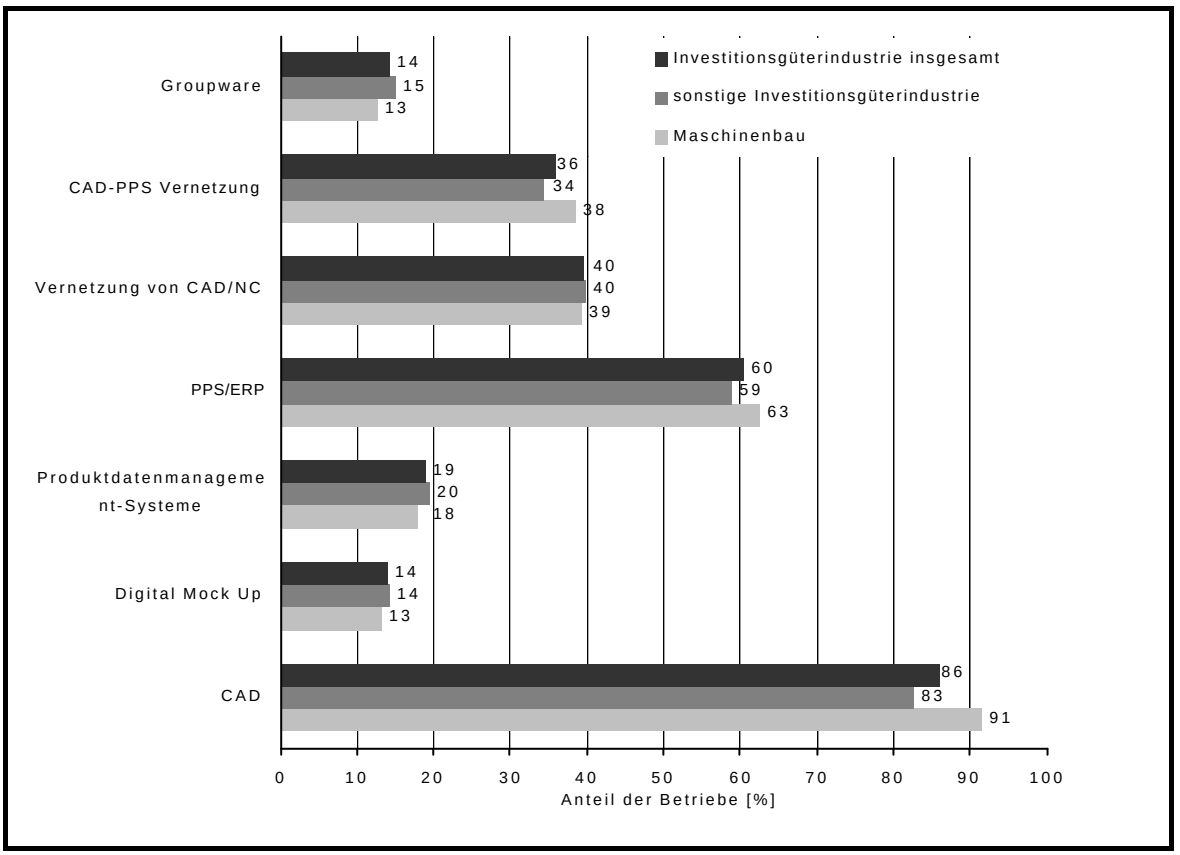
Der deutsche Maschinenbau als Produzent hochwertiger Technik für die Fertigung anderer Unternehmen nimmt für sich in Anspruch, auch selbst Anwender avancierter Techniken und Methoden zu sein. Im folgenden Abschnitt soll daher untersucht werden, inwieweit neuere Techniken der Rechnerunterstützung in Produktionsplanung und Produktentwicklung im Einsatz sind, inwieweit neue Maschinenkonzepte und Automatisierungslösungen im Maschinenbau selbst Verwendung finden und moderne Organisationskonzepte genutzt werden.

4.2.1 Technikeinsatz in Entwicklung und Produktion

Die Auswertung der Ergebnisse der Befragung *Innovationen in der Produktion 1999* des Fraunhofer ISI ergab für die 552 Maschinenbaubetriebe, dass die Nutzungsquoten zwischen Maschinenbau und anderen Investitionsgüterproduzierenden Betrieben beim Einsatz neuer Rechnerunterstützungssysteme wenig differieren (vgl. Abb. 4.1).

Abbildung 4.1

Der Einsatz moderner Rechnerunterstützungssysteme in Maschinenbaubetrieben



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (n = 1442, Maschinenbau n = 552)

13% der Maschinenbaubetriebe setzen sogenannte *Groupware-Systeme* ein, mit denen Arbeitsgruppen gemeinsame Termin- und Projektplanungsaufgaben wahrnehmen können. 63% der Betriebe verfügen über avancierte Produktionsplanungssysteme bzw. *Enterprise Ressource Planning Systems.* Die rechnerunterstützte Konstruktion (Computer Aided Design - CAD) ist im Vergleich zu den anderen Investitionsgüterproduzierenden Betrieben weiter ver-

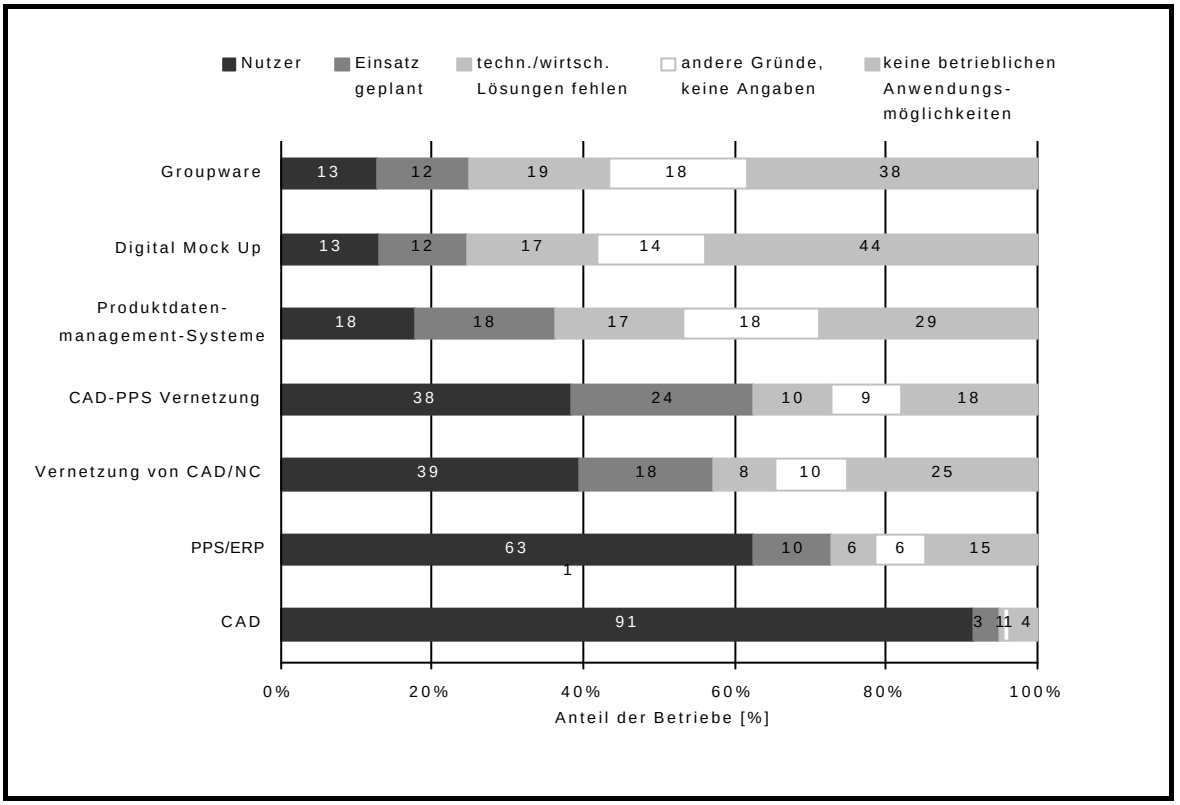
breitet. 91% der Maschinenbaubetriebe verwenden diese Systeme. Die Erklärung dürfte in der in Kapitel 4.1 bereits dargestellten gewachsenen Produktkomplexität im Maschinenbau liegen. Solche Entwurfssysteme machen die Beherrschung komplexer Produkte einfacher. Die Verwendung des sogenannten *Digital mock-up*, die Simulation vom Produkt bzw. von Produktteilen für virtuelle Testaufgaben bzw. zur Überprüfung der Montagefähigkeit, ist zu 13% in den Betrieben des Maschinenbaus im Einsatz. Die Erfassung umfangreicherer Produktdaten-Managementsysteme zur Dokumentation haben 18% der Betriebe im Einsatz. Die Vernetzung bestehender Produktionsplanungssysteme mit der Produktentwicklung (zur Stammdatenübergabe (CAD – PPS)) ist zu 38% im Maschinenbau im Einsatz. Die Vernetzung zwischen Konstruktion und Werkstatt durch die Übergabe von Geometriedaten an die NC-Steuerung bzw. –Programmierung gibt es bei 39% der Maschinenbaubetriebe. Insgesamt finden sich keine signifikanten Abweichungen beim Einsatz moderner Rechnerunterstüt-zungssysteme im Maschinenbau im Vergleich zur restlichen Investitionsgüterindustrie.

Untersucht man die Ausbauplanungen in Maschinenbaubetrieben, so ist insbesondere der Ausbau der CAD-PPS-Vernetzung hervorzuheben. 24% der Betriebe planen innerhalb der nächsten zwei Jahre die Vernetzung dieser Systeme. Auch die Produktdaten-Managementsysteme – sicherlich auch befördert durch die zunehmenden Richtlinien und Vorschriften zur Produkthaftung – werden ihren Einsatz in den nächsten zwei Jahren verdoppeln. Dasselbe gilt für die Produktsimulation im Rahmen des Digital mock-up (vgl. Abb. 4.2).

Der Einsatz avancierter Fertigungstechniken im Maschinenbau als Produzent derselben gestaltet sich deutlich differenzierter. Ursache hierfür sind insbesondere die speziellen Produkt- und Produktionsanforderungen, wie sie in Kapitel 4.1 dargestellt sind.

Abbildung 4.2

Ausbauplanungen und Hinderungsgründe beim Einsatz neuer Rechnerunterstützungssysteme bei Maschinenbaubetrieben

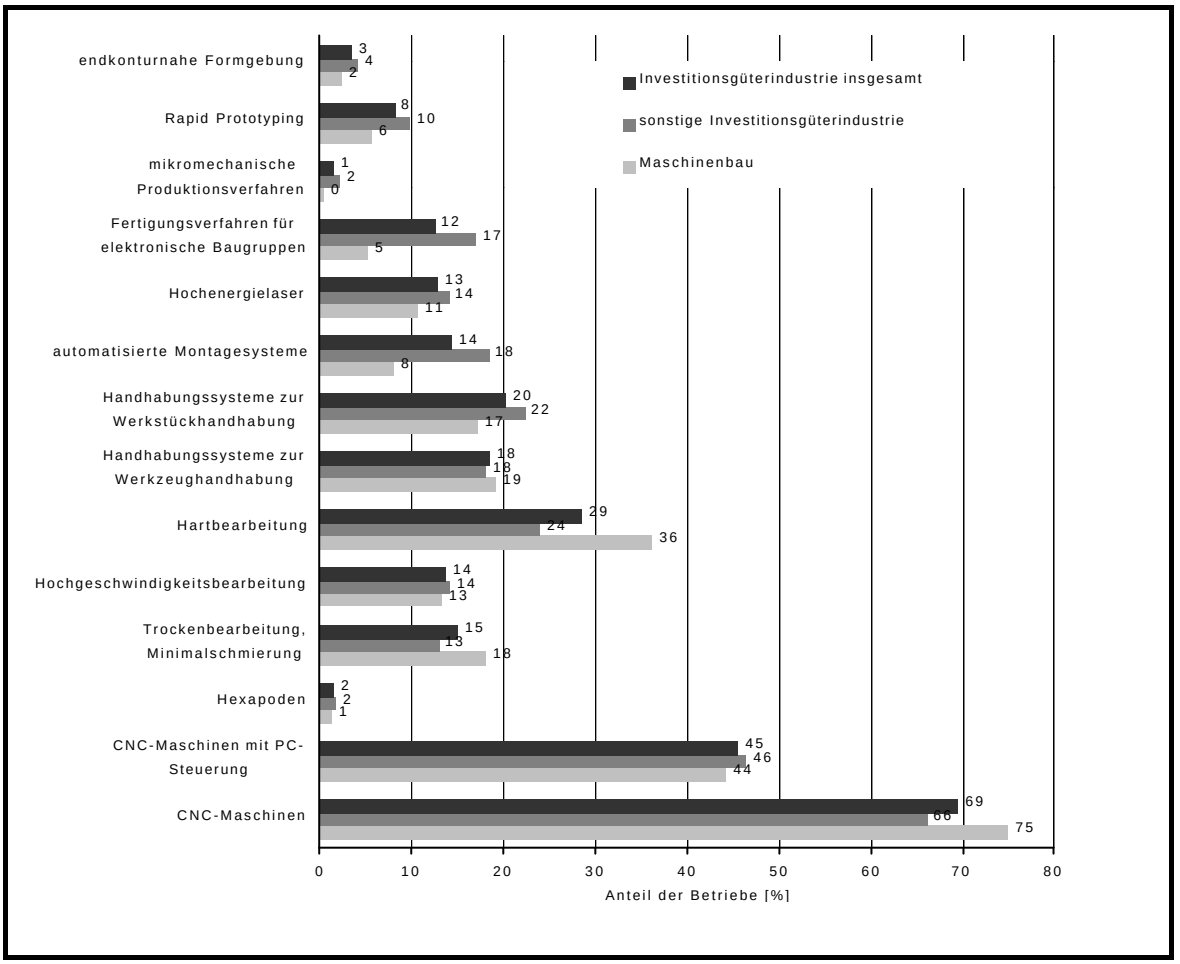


Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (Maschinenbau n = 552)

Abbildung 4.3 zeigt wie eine Auswahl avancierter Technologien im Maschinenbau und in der gesamten Investitionsgüterindustrie eingesetzt wird. Hervorzuheben ist der selbstverständlich hohe Durchdringungsgrad mit CNC-Maschinen in Maschinenbaubetrieben. Die rechnergestützten Maschinen sind in der Regel präziser und genauer und kommen damit den Anforderungen der Maschinenbauprodukte entgegen. Diese Steuerungen haben sich in den letzten Jahren durch neue technische Optionen verändert: CNC-Maschinen mit PC-basierten Steuerungen besitzen größere Freiheitsgrade bei der Verwendung unterschiedlicher Programme. Außerdem erleichtert die PC-Steuerung die Vernetzung mit Fernwartungs- und Ferndiagnose-Applikationen des Teleservice. 44% der befragten Maschinenbaubetriebe verfügten in der Fertigung bereits über CNC-Maschinen mit PC-Steuerung.

Abbildung 4.3

Einsatz ausgenutzter avancierter Fertigungstechnik im Maschinenbau



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (n = 1442, Maschinenbau n = 552)

Die mit großer öffentlicher Resonanz aufgenommenen *Hexapoden* (Stabkinematiken) sind nur zu einem sehr geringen Grad sowohl im Maschinenbau wie auch in der Investitionsgüterproduzierenden Industrie verbreitet. Bei der sogenannten Hartbearbeitung, bei der Werkzeuge mit Schneidkeramiken in den Werkzeugmaschinen eingesetzt werden, ist der Maschinenbau mit 36% Nutzern deutlich Vorreiter gegenüber dem restlichen Investitionsgüterproduzierenden Gewerbe. Dies gilt nicht für die sogenannte Trockenbearbeitung bzw. Minimalschmierung, bei der im Werkzeugmaschineneinsatz versucht wird, ohne Schmiermittel auszukommen, um die ökologischen Belastungen gering zu halten. Auch die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung ist im Branchenvergleich nicht weiter difundiert.

Beim Einsatz der Automatisierungs- und Handhabungstechnik zeigt sich für die Werk*stück*-handhabung eine leicht unterdurchschnittliche Verbreitung bzw. Einsatz in den Maschinenbaubetrieben; bei der Werk*zeug*handhabung entspricht das Einsatzverhalten dem anderer Betriebe des Investitionsgüterproduzierenden Gewerbes. Lediglich bei der Automatisierung der Montagesysteme ist mit 8% Anwendern im Maschinenbau ein deutlich geringeres Nutzungsverhalten festzustellen. Komplexität der Produkte und Umfang verschiedener Montageaufgaben lassen einen Einsatz weniger sinnvoll erscheinen.

Hinsichtlich der konkreten Ausbaupläne ist bei der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung und bei der Trockenbearbeitung innerhalb der nächsten zwei Jahre die stärkste Dynamik. Jeweils 8% der befragten Betriebe wollen in den nächsten zwei Jahren entsprechende Konzepte in der Fertigung realisieren. 9% der Betriebe wollen CNC-Maschinen mit PC-Steuerung einsetzen. In den anderen befragten Techniken ist das Ausbauverhalten in der Fertigung verhalten und entspricht dem der anderen Investitionsgüterproduzierenden Betriebe.

In einer Untersuchung im Mai 2001 haben Lay, Schirrmeister (2001) festgestellt, dass im Investitionsgüterproduzierenden Gewerbe eine Vielzahl von Betrieben Investitionen in Automatisierungslösungen zurücknehmen bzw. verändern musste, weil die Lösung den Bedürfnissen der befragten Betriebe nicht mehr entsprach. Wertet man nun Angaben für die Maschinenbaubetriebe aus, so zeigt sich, dass auch die Produzenten dieser Lösungen aus dem Maschinenbau dieselben Erfahrungen machen mussten. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass hinsichtlich unterschiedlicher Automatisierungsschwerpunkte der befragten Maschinenbaubetriebe bei Bearbeitungsmaschinen 25%, bei Werkzeug- und Werkstückhandhabungssystemen 26%, bei Materialflusssystemen in der Fertigung 27%, bei Montagestationen 37% und bei Materialflusssystemen in der Montage 35% Erfahrungen gemacht haben, die dazu führten, dass diese die Rücknahme der Automatisierung in nächster Zeit planen bzw. bereits durchgeführt haben. Ihre Erfahrungen verlaufen damit parallel zu denen der gesamten Investitionsgüterindustrie. Die Vermutung also, dass die Kenntnis der eigenen Produkte und des Maschinenbaus vor unangenehmen Erfahrungen bei der Automatisierung der eigenen Fertigung schützt, scheint sich in dieser Form nicht aufrecht erhalten zu lassen.

Allerdings sind bei dieser Analyse die Gründe, die zur Reduzierung des Automatisierungsniveaus in den Maschinenbaubetrieben geführt haben, unterschiedlich zu denen in der gesamten Investitionsgüterindustrie. So haben die Maschinenbaubetriebe nicht das Problem der kürzeren Produktlebenszyklen, die zur Ablösung von Automatisierungslösungen führen; allerdings

machen sie die Erfahrung, dass die kleineren Seriengrößen (vgl. Kapitel 4.1) öfters dazu zwingen, Automatisierungslösungen zurückzunehmen. Auch führen die befragten Betriebe an, dass die installierten Automatisierungslösungen die Fertigungskosten überproportional hoch getrieben haben und damit Hauptmotivation für die Rücknahme waren. Hauptschwerpunkt der Gründe ist - wie bei den Investitionsgüterproduzierenden Betrieben insgesamt -, dass die automatisierten Lösungen nicht flexibler hinsichtlich wechselnden Produktionsanforderungen sind als die Vorgängerlösungen.

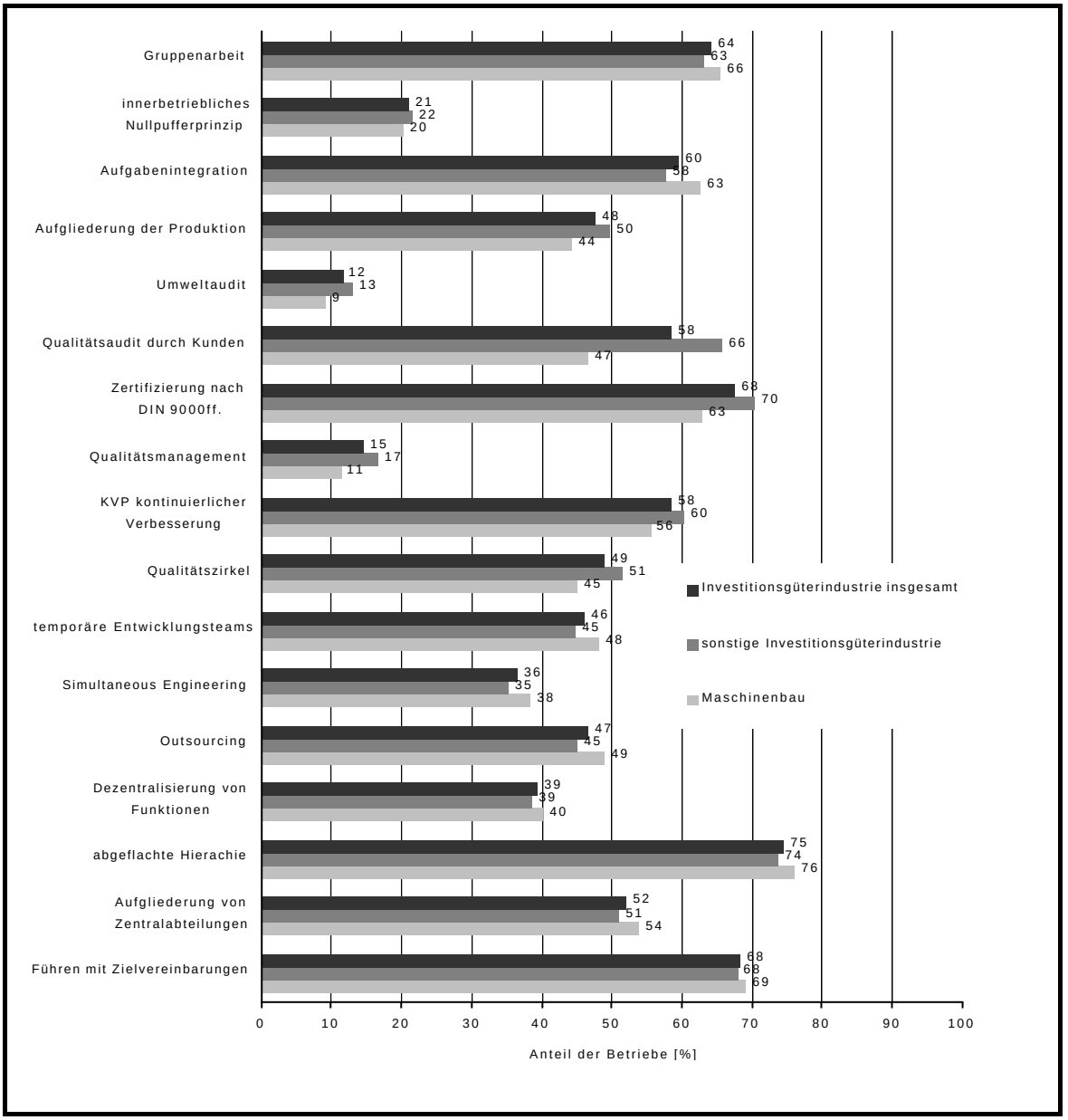
Insgesamt zeigt sich – wie in der Vergangenheit (Hauptmanns, Drescher 2000) – eine differenzierte Strategie bei der Einführung neuer Techniken in den Betrieben des Maschinenbaus. Die Vorreiterrolle der Vergangenheit, wie sie bezüglich einzelner Techniklinien noch 1997 teilweise bestand (Dreher 2000), lässt sich nicht mehr in dem Umfang nachweisen. Lediglich in zwei Ausnahmen gibt es produktbezogene Gründe: Die Komplexität des Produktangebots führt zu einer leicht erhöhten Nutzung der Rechnerunterstützung in der Konstruktion. Die höheren Genauigkeitsanforderungen fördern die stärkere Nutzung der Hartbearbeitung und des Einsatzes von CNC-Maschinen. Ansonsten verhält sich der Maschinenbau wie der Durchschnitt der Investitionsgüterproduzenten – auch hinsichtlich der weniger guten Erfahrungen mit Automatisierungslösungen.

4.2.2 Der Einsatz innovativer Organisationskonzepte

Der Einsatz der Organisationskonzepte im Maschinenbau ist infolge der sogenannten *Debatte zur schlanken Produktion* Anfang der 90er-Jahre weiter vorangeschritten (vgl. Beiträge in Widmaier (Hrsg.) 2000). Der Stand von Ende 1999 ist in Abbildung 4.4 dargestellt.

Abbildung 4.4

Der Einsatz innovativer Organisationskonzepte im Maschinenbau und in der Investitionsgüterindustrie



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (n = 1442, Maschinenbau n = 552)

Die Darstellung zeigt, dass sowohl im Maschinenbau als auch in den anderen Investitionsgüterproduzierenden Betrieben eine Reihe innovativer Organisationskonzepte aus den letzten Jahren umfänglich Verbreitung gefunden hat. Drei Viertel der Betriebe nehmen für sich in An-

spruch, in den letzten Jahren Hierarchien deutlich verflacht zu haben, über zwei Drittel führen ihre Mitarbeiter mit Zielvereinbarungen und haben Zentralabteilungen kunden- bzw. produktbezogen aufgegliedert. Die räumliche Dezentralisierung von planenden Funktionen, beispielsweise in die Fertigung, haben ca. 40% der befragten Betriebe vorgenommen.

In der Produktentwicklung setzt über ein Drittel der Betriebe simultaneous engineering, die Parallelisierung von Entwicklungsschritten ein, und fast die Hälfte der befragten Betriebe bildet temporär abteilungsübergreifende Entwicklungsteams. In der Fertigung hat über die Hälfte der befragten Betriebe die Prozesse zur kontinuierlichen Verbesserung (KVP) eingeführt. Ebenfalls fast die Hälfte ist von der Werkstattfertigung weg hin zu kunden- bzw. produktbezogenen Segmenten der Produktion übergegangen. Ein Fünftel von ihnen verwendet das Null-Puffer-Prinzip im Sinne eines Kanban-Systems, um die Lagerung von Zwischenmaterialien zu reduzieren.

Zur Qualitätssicherung haben lediglich zwischen 10 und 17% der befragten Betriebe ein Qualitätsmanagement nach dem EFQM-Modell eingeführt. Über zwei Drittel der befragten Betriebe sind zertifiziert, wobei die befragten Maschinenbaubetriebe mit 63% einen niedrigeren Wert als der Durchschnitt ausweisen. Deutlich unterschiedlich scheinen auch andere Qualitätsanforderungen zu sein. In den sonstigen Investitionsgüterproduzierenden Betrieben führen die Kunden in den Betrieben der befragten Unternehmen Qualitätsaudits durch. Dies ist lediglich bei der Hälfte der befragten Maschinenbaubetriebe der Fall.

Die Gestaltung der direkten Arbeitsumgebung der Mitarbeiter in der Fertigung durch Gruppenarbeit und durch Integration von planenden, steuernden und kontrollierenden Funktionen beim Werker nehmen auch jeweils fast zwei Drittel der befragten Betriebe sowohl im Maschinenbau als auch im Investitionsgüterproduzierenden Gewerbe für sich in Anspruch. Hierbei handelt es sich allerdings um eine Selbsteinschätzung der Firmen, die aus gegebenem Anlass hinterfragt werden muss.

Die Befragung *Innovationen in der Produktion 1999* des Fraunhofer ISI lässt neben der Abfrage der Eigeneinschätzung der Betriebe auch eine detailliertere Analyse zu. Untersucht man nämlich beispielsweise die Aufgabenintegration näher und fragt präzise nach den Aufgaben der Maschinenbediener, z. B. ob diese neben der CNC-Programmierung sowohl das Rüsten der Maschine als auch Wartung sowie die Qualitätssicherung selbst durchführen und dies nicht durch Spezialisten erledigen lassen, reduziert sich der Anteil der Maschinenbaubetriebe,

die eine solche Integration der Aufgaben vornehmen auf etwa 18%. Gestattet man den Werkern noch zusätzlich die Feinplanung der Werkstattaufträge und gibt ihnen damit eine höhere Autonomie, reduziert sich der Anteil der Maschinenbaubetriebe auf nicht einmal 4%. Bei der Selbsteinschätzung haben insbesondere die großen Betriebe mit 500 und mehr Mitarbeitern zu über 80% reklamiert, eine entsprechende Integration der Aufgaben auf Werkerebene durchzuführen. Fragt man wie oben konkret zum Einsatz der Werker an der Maschine, reduziert sich über Betriebsgrößenklassen hinweg dieser Anteil auf 18 bis 21%. Damit ist der Anspruch in den größeren Betrieben höher als die tatsächliche Realisierung, während die kleineren Betriebe nicht im selben Umfang entsprechende Aufgabenintegration für sich reklamieren wie die großen. In der engen Eingrenzung mit der zusätzlichen Möglichkeit, die Auftragsreihenfolge und Feinplanung für die Maschine auch auf die Werkerebene zu verlagern, zeigt sich, dass dies fast 6% der Betriebe mit weniger als 100 Mitarbeitern ihren Facharbeitern zutrauen, während der Anteil bei den Betrieben mit mehr als 500 Mitarbeitern nicht mehr messbar ist (0%).

Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich bei der Einschätzung zur Gruppenarbeit: Nehmen zwei Drittel der Betriebe für sich in Anspruch, Gruppenarbeit in der Produktion einzusetzen, so reduziert sich dieser Anteil – fragt man nach der Übernahme dispositiver und qualitätssichernder Aufgaben durch die Gruppe sowie die Durchdringung der Gruppenarbeit derart, dass mehr als 30% der Mitarbeiter in Gruppen beschäftigt sind – auf 47%. Fragt man weiter nach der Qualifizierung aller Mitarbeiter für alle Aufgaben, reduziert sich der Anteil der Betriebe mit Gruppenarbeit auf 20%. Wie bei der Aufgabenintegration ergeben sich hier dieselben Verhältnisse bei der Betrachtung nach Betriebsgröße. Die kleinen Betriebe setzen die teilautonome Gruppenarbeit in der Fläche sogar stärker ein (24%) als die Betriebe mit 500 und mehr Mitarbeitern (12%).

Setzt man dies wie Latniak/Kinkel/Lay (2001) in Beziehung zu den Maßnahmen auf der betriebsorganisatorischen Ebene wie Segmentierung, Dezentralisierung der planenden Funktion etc., so zeigt sich hier sowohl in den Investitionsgüterproduzierenden Betrieben als auch in den Maschinenbaubetrieben folgender Spagat: Viele Betriebe haben ihre Betriebsorganisation dezentralisiert, ohne dies bis auf die Ebene der einzelnen Mitarbeiter in der Fertigung durchdringen zu lassen. Es stellt sich damit die Frage, inwieweit die traditionell im Maschinenbau vorhandenen hohen Qualifikationen auf Werkstattebene optimal genutzt und abgerufen werden.

4.3 New Economy und Internationalisierung – das Aufgreifen der Herausforderungen im Leistungserstellungsprozess

Die Begriffe „New Economy“ und „Internationalisierung“ haben in den letzten Jahren die Debatten um die Modernisierung der Wirtschaft beherrscht (z. B. bei der Formulierung des Rahmenkonzepts *Forschen für die Produktion von morgen* des BMBF, Klocke 1998). Neue Treiber, sogar neue Paradigmen wurden am Horizont ausgemacht und die Ablösung alter Branchen sowie das Aufsteigen neuer Geschäftsmodelle angekündigt (Shapiro, Varian 1999; Timmers 1999). Diese Euphorie ist mit den Börsenentwicklungen seit Oktober 2000 am neuen Markt verflogen, aber die strukturellen Herausforderungen auch an die Leistungserstellung von Industrieunternehmen (Schröder 2000) bleiben.

Mit den oben genannten Begriffen werden insbesondere drei Aspekte[1] verknüpft:

- die Nutzung des Internets zur Unterstützung betrieblicher Funktionen (sogenannte E-Technologien),
- die intensivere Art des Austausches mit (wechselnden) Partnern in der Wertschöpfungskette in Netzen, in denen eine neue Qualität des Kooperationsverhaltens an den Tag gelegt wird bzw. werden muss, sowie
- der damit suggerierten, leichteren Überwindung von Entfernungen bei Beschaffung, Produktion und Vertrieb, angetrieben durch die Internationalisierung der Märkte.

Diese Aspekte gelten aber nicht nur für die Unternehmen der New Economy wie Internetdienstleister und Softwarehäuser sowie den Handel, sondern auch für die klassischen produzierenden Wirtschaftszweige, also auch für den Maschinenbau (VDMA 1997, Bergmann 2001). Wie „new“ ist der „Old-Economy-Sektor“ Maschinenbau?

---

[1] Von Visionen / Zukunftserwartungen von Beratungsunternehmen abgesehen (z. B. ARC 2000, Mummert + Partner o. J., Gartner Group 2000).

4.3.1 Nutzung von Techniken der überbetrieblichen Vernetzung und des Internets

Im Rahmen der Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* vom Herbst 1999 konnten folgende Techniken einer Betrachtung unterzogen werden:

- Der direkte Austausch zwischen rechnerunterstützenden Entwurfs- und Planungssystemen unterschiedlicher Betriebe sowie die Teleservice-Applikationen. Hierzu gehören der Austausch von Produktdaten (inklusive Zeichnungen) von Computer-Aided-Design-Systemen (CAD, rechnerunterstützte Konstruktion) zu anderen CAD-Systemen über Betriebsgrenzen hinweg, der Austausch von Produktionssteuerungsdaten, die im Rahmen der Supply-Chain-Managementsysteme (Beherrschung der Wertschöpfungskette) von Produktionsplanungssystem zu Produktionsplanungssystem (PPS) Liefermengen und Liefertermine abfragen und Bestellungen auslösen und schließlich via Datenleitung vorgenommene Fernwartung, -monitoring und -diagnose von Fertigungseinrichtungen durch die Hersteller beim Kunden. Die meisten dieser Anwendungen laufen zurzeit oft noch wegen der sehr großen Datenmengen, die transportiert werden müssen, via Datenleitung, können aber zunehmend auch über das Internet vorgenommen werden.
- Das Internet selbst bietet eine Reihe von Funktionen zur Prozessbeschleunigung an. Am bekanntesten ist die Kommunikation via E-Mail (elektronische Post) und die sogenannte Homepage als Informationsmedium über Firma und Produkte. Anspruchsvollere Einsatzmöglichkeiten sind der Einkauf von Zulieferteilen und der Vertrieb der eigenen Produkte via Internet (sogenannter e-commerce, elektronischer Handel).

Diese Nutzungsformen fokussieren auf die Bereiche, die mit dem Begriff des Business-to-Business (B2B) verknüpft sind. Der Maschinenbau, unabhängig ob Zulieferer oder Endproduktthersteller, liefert an andere Unternehmen und nicht an private Endverbraucher (zur Systematisierung des e-commerce z. B. Picot, Heger, Neuburger 2001, Timmers 1999).

Neben diesen - vom ISI 1999 erhobenen – Anwendungen ist durch das Internet eine Auffächerung der Palette der Teleserviceformen zu erwarten. Die Befunde von Kapitel 3.2 zur Erweiterung der Leistungspalette durch produktbegleitende Dienstleistungen führen bereits zur Auffächerung bis hin zu Funktionen wie der Zurverfügungstellung von Handbüchern und Dokumentationen, Einsatzanforderungen von Servicetechnikern, Inbetriebnahmen und Schulungen

(vgl. dazu VDI-N/EBC 2001, die insbesondere Erwartungen und Ansichten zu diesem Thema von Anwendern und Anbietern abfragen).

Aus der Analyse der Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* ergibt sich:
In den befragten 552 Maschinenbaubetrieben nutzen 10% die Austauschmöglichkeit von Produktionssteuerungsdaten. Der Austausch von Produktdaten von CAD-System zu CAD-System wird dagegen von bereits 64% der befragten Betriebe benutzt. Teleserviceleistungen mit den Funktionen Fernwartung und -diagnose werden von 64% der befragten Betriebe genutzt (als Kunden wohlgemerkt).

Der Einsatz des Internets ist zumindest hinsichtlich der Kommunikationsfunktion wesentlich umfangreicher: 91% der befragten Maschinenbaubetriebe nutzen E-Mail zur Kommunikation, 76% der Betriebe verfügen über eine sogenannte Homepage. Transaktionen über das Internet nehmen für den Einkauf 19% der Betriebe vor. Sie kaufen Teile aus dem Internet für ihre Produkte zu. Lediglich 12% bieten den Verkauf ihrer eigenen Produkte über das Internet an.

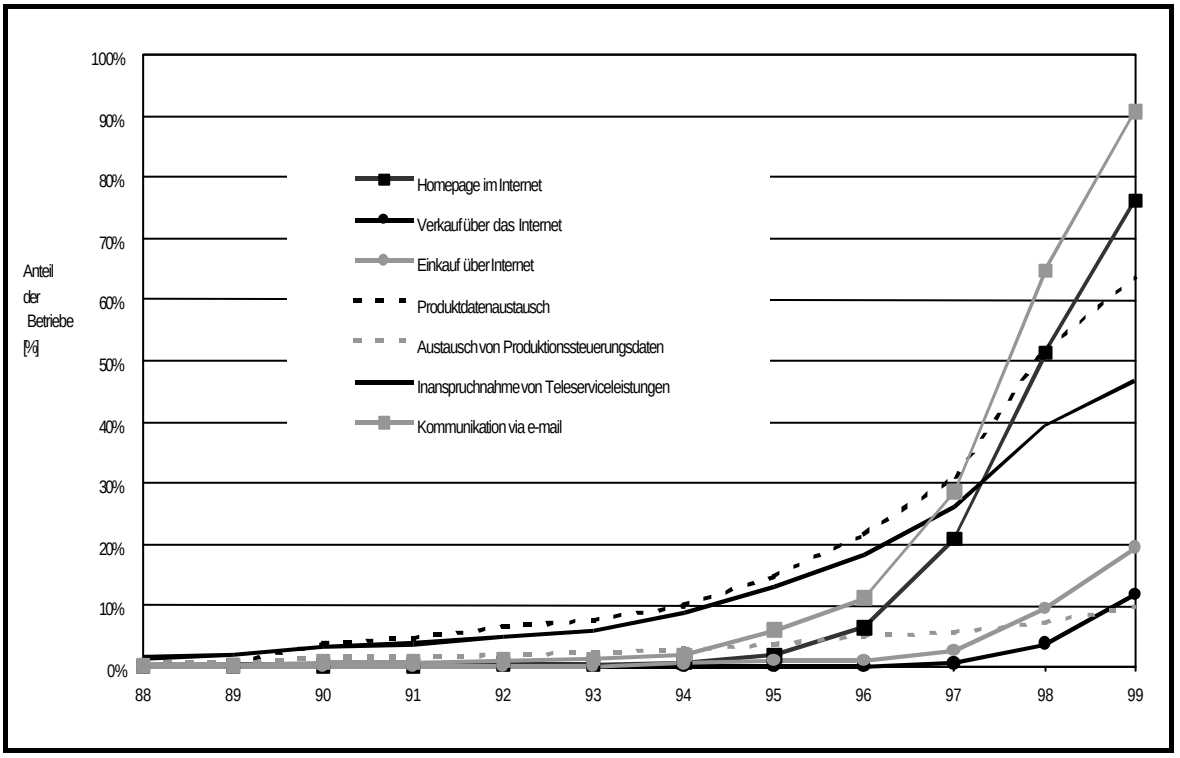
Diese Befunde von Ende 1999 korrespondieren zu den Ergebnissen anderer – allerdings auf die Gesamtwirtschaft bezogener – Diffusionsuntersuchungen (META-Group/ TechConsult 2000, Gartner Group 2000, KPMG 2000). Für den Maschinenbau bestätigen Ergebnisse einer ifo-Umfrage vom April 2000 den Umfang des elektronischen Einkaufs (23,8 %) und des Verkaufs (10,2 %) (Schedl 2001).

Vergleicht man die Diffusionskurven (vgl. Abb. 4.5), so zeigt sich gerade bei der Kommunikation via E-Mail und der Homepage in den letzten Jahren eine dramatische Beschleunigung der Diffusionskurve, die im Vergleich zur Verbreitung anderer rechnergestützter Techniken der Vergangenheit (vgl. z. B. Dreher 1997) ohne Beispiel ist. Seit 1996 hat sich die Anwenderquote bei E-Mail von 10% der befragten Betriebe auf über 90% gesteigert. Lag die Nutzung von Homepages 1996 noch knapp über 5%, so verfügen drei Viertel aller Maschinenbaubetriebe aus dem Untersuchungssample Ende 1999 über eine eigene Internet-Präsentation. Sehr viel früher und weniger stürmisch in der Diffusion ist der Einsatz des Produktdatenaustausches verlaufen. Die hohen Nutzerquoten von CAD im Maschinenbau (auch im Vergleich zu anderen Branchen) ermöglichen diese direkte Kopplung mit Zulieferern oder Kunden für die Zeichnungsübergabe und die Übergabe technischer Daten etc. Sehr viel verhaltener dagegen ist der Austausch von Produktionssteuerungsdaten, der vorrangig in komplexeren (und oftmals hierarchisch organisierten) Lieferketten als in der Automobilindustrie und ihren Zulieferern einge-

setzt wird. Hier ist die Anwenderquote in den letzten Jahren kaum gewachsen. Die Inanspruchnahme von Teleserviceleistungen ist seit 1996 von 18% auf 47% gewachsen. Mit dazu beigetragen hat sicherlich auch die Auffächerung der Art und Weise der Leistungen sowie ein Teil der Leistungserbringung über das Internet als neues Medium. Die eigentlichen e-commerce-Anwendungen sind vor 1997 in keiner vergleichbaren Größenordnung anzutreffen gewesen. Immerhin ist innerhalb von zwei Jahren der Anteil der Betriebe von 2 bis 3% Anwendern, die Teile zukaufen (vorzugsweise von Standard- oder Produktteilen), auf 20% gestiegen. Beim Vertrieb ist zwar auch die 10-Prozent-Marke überschritten, aber es liegen wenig Erfahrungen über den tatsächlichen Umfang der Nutzung dieser e-commerce-Möglichkeit vor.

Abbildung 4.5

Diffusion von Informationstechniken zur externen Vernetzung im Maschinenbau



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (n=1442, Maschinenbau n=552.

Analysiert man die Nutzungsquoten des Maschinenbaus vor dem Hintergrund wichtiger Fertigungs- und Produktcharakteristika (vgl. Kapitel 4.1), so zeigen sich nur wenige signifikante Zusammenhänge:

- Der Aufbau einer Homepage im Internet, der Datenaustausch von CAD-System zu CAD-System, der Austausch von Produktionssteuerungsdaten (PPS-PPS-Kopplung) sowie die Inanspruchnahme von Teleserviceleistungen verteilt sich nach Unternehmensgröße und nach Beschäftigten unterschiedlich. So haben zwei Drittel der Betriebe mit weniger als 100 Mitarbeitern eine Homepage, während Betriebe mit mehr als 500 Mitarbeitern fast die 90-Prozent-Marke erreichen. Bei der Kopplung der Rechnerunterstützungssysteme (CAD zu CAD und PPS zu CAD) gibt es ebenfalls unterschiedliche Nutzungsquoten zwischen kleinen und großen Betrieben. CAD-/CAD-Kopplung wird von kleinen Betrieben zu 60% angewendet und zu 78% von Betrieben mit 500 und mehr Mitarbeitern. Bei den Produktionssteuerungsdaten haben lediglich 6% der kleinen und 20% der großen Betriebe die Austauschmöglichkeit zwischen PPS-Systemen im Einsatz. Teleserviceleistungen nehmen nur 37% der kleinen Betriebe, aber 61% der Großbetriebe in Anspruch.
- Bei der Produktkomplexität zeigt sich, dass die Kopplung von CAD-System zu CAD-System (unabhängig, ob von Zulieferern oder Kunden) mit der Komplexität der hergestellten Produkte deutlich zunimmt. Maschinenbaubetriebe, die einteilige Erzeugnisse fertigen, haben dies zu 32% im Einsatz, Betriebe mit einfachen und mehrteiligen Produkten zu 61%, Betriebe mit komplexen mehrteiligen Produkten zu 65% und Anlagenhersteller setzen dies zu 76% der befragten Betriebe ein.
- Die Frage nach der Produktentwicklung zeigt, dass Betriebe, die nach Kundenspezifikation die Produkte entwickeln, zu 27% ihren Einkauf über das Internet tätigen. 11% der Betriebe, die bereits über ein Grundprogramm mit Variablen verfügen, und 21% der Betriebe, die über ein Standardprogramm verfügen, kaufen Teile über das Internet ein. Hier scheint sich die schnelle Reaktionsmöglichkeit des Zukaufs von Standardteilen über das Internet gerade für die Betriebe zu lohnen, die schnell individuelle Kundenanforderungen (wie z. B. Verwendung bestimmter Zuliefererteile) aufgreifen müssen.
- Eine weitere signifikante Beobachtung ist, dass der Verkauf bei Betrieben, die nach Kundenauftrag die Fertigung auslösen, zu mehr als 10% über das Internet stattfindet. Bei Unternehmen, die Vorfertigung und Endmontage betreiben, dies 7% tun, aber Betriebe, die auf Lager fertigen, über 36% ihre Produkte auch über das Internet vertreiben.

Die anderen Fertigungsparameter, wie beispielsweise Seriengröße, liefern keine signifikanten Unterschiede bei der Nutzung der hier beschriebenen betriebsübergreifenden Vernetzung und der Internetnutzung. Lediglich für die Homepage im Internet zeigt sich, dass Zulieferer nur zu zwei Drittel über eine Homepage verfügen, gegenüber 80% der Endproduktthersteller. Ein Vergleich von Betrieben aus den alten und neuen Bundesländern zeigt, dass die Kommunikation via E-Mail in den alten Bundesländern 92% beträgt und in den neuen Bundesländern 85% (schwach signifikant). Eine ähnliche Größenordnung (78 zu 66% Anwender) stellt sich bei der Homepage im Internet dar (für die anderen Techniken gibt es keine signifikanten Nutzungsunterschiede zwischen ost- und westdeutschen Betrieben).

Auch wenn man die Nutzung des Maschinenbaus mit den anderen Wirtschaftszweigen im Investitionsgüterproduzierenden Gewerbe vergleicht, zeigt sich lediglich ein signifikanter Nutzungsunterschied bei der Kommunikation via E-Mail. 91% der Maschinenbaubetriebe stehen 87% aus den anderen Wirtschaftszweigen gegenüber. Beim Produktdatenaustausch (CAD zu CAD) weist der Maschinenbau mit 64% gegenüber 58% bei den anderen Wirtschaftszweigen eine höhere Anwenderquote auf. Angesichts der höheren Produktkomplexität (vgl. Kapitel 4.1) ist nicht verwunderlich, dass hier ein höherer Bedarf an Austausch von Zeichnungen und technischen Daten besteht.

Für eine internationale Positionierung können Ergebnisse eines Direktvergleiches Investitionsgüterproduzierender Betriebe aus den USA und Deutschland herangezogen werden (Wengel, Lay 2001). Hier zeigt sich, dass die US-Betriebe keinen generellen Vorsprung vor den deutschen Betrieben haben (E-Mail, Einkauf). Allerdings sind die US-Betriebe beim Vertrieb von Produkten über das Internet aktiver. 23% der befragten US-Investitionsgüterproduzenten bieten diesen Vertriebskanal an.

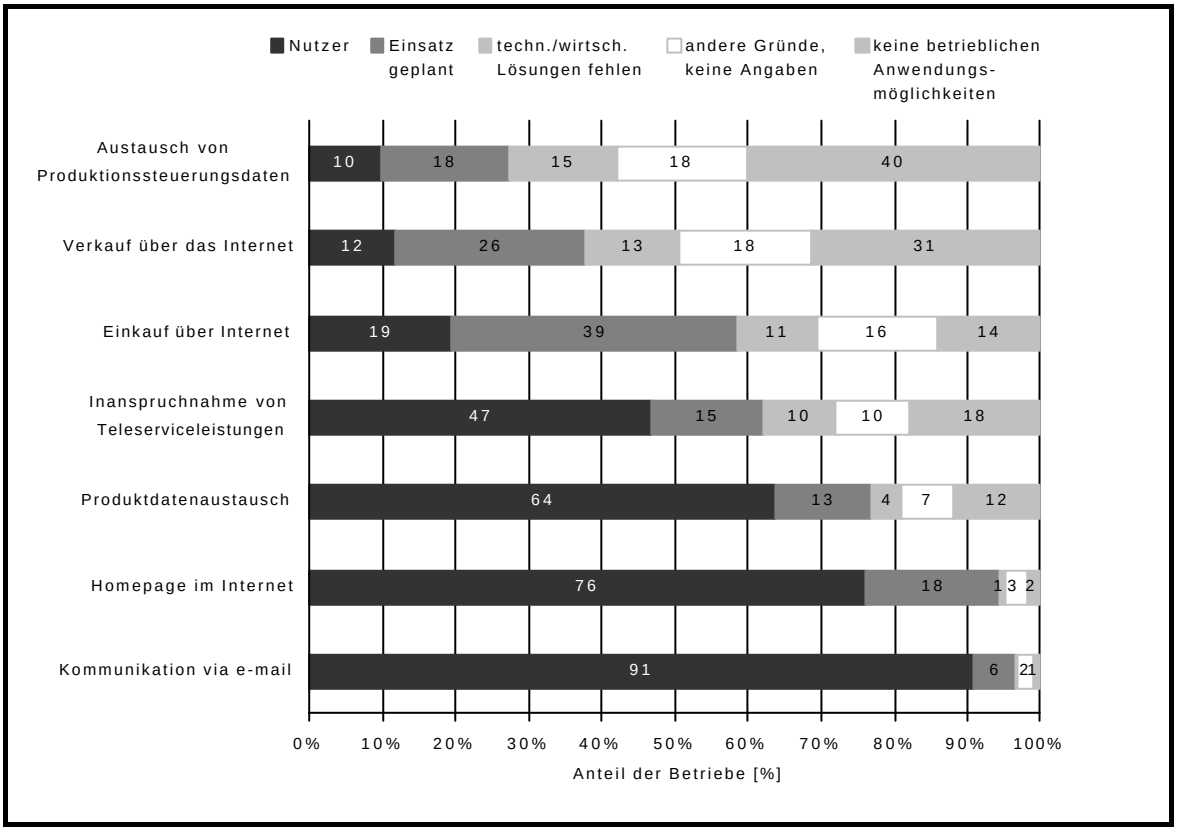
Die Betriebe wurden weiter danach befragt, ob sie planen, die abgefragten Techniken im Laufe der nächsten zwei Jahre einzusetzen bzw. warum sie zurzeit von einem Einsatz absehen (vgl. Abb. 4.6):

- Die überbetriebliche Vernetzung der Produktentwurfs- und Planungssysteme sowie Teleservice wollen 13,5 bzw. 18% der befragten Maschinenbaubetriebe ausbauen. Angesichts einer Anwenderquote von 91% zeigt sich nur noch wenig Spielraum beim Ausbau der E-Mail-Nutzung. Weitere 6% der befragten Betriebe wollten E-Mail einführen, so dass zwischenzeitlich eine vollständige Durchdringung erreicht und alle Betriebe über E-Mail erreichbar sein dürften. Weitere 18% planten eine Homepage im Internet, so dass auch hier die 90-Prozent-Marke im Laufe des Jahres 2001 überschritten werden dürfte. Am deut-

lichsten gestaltet sich der Ausbau der e-commerce-Aktivitäten. Im Vordergrund steht dabei allerdings der Einkauf über das Internet. Auch hier zeigen die Erfahrungen (VDI-N/EBC 2001), dass es sich dabei insbesondere um Katalogteile oder standardisierte Zulieferteile anderer Unternehmen handelt. Den Verkauf über das Internet wollten immerhin noch weitere 26% der befragten Betriebe einführen. Vor diesem Hintergrund ist allerdings daran zu erinnern, dass der Erhebungszeitpunkt Ende 1999 war, also auf dem Höhepunkt der euphorischen Erwartungen an die Zukunft des e-business.

Abbildung 4.6

Einsatzplanung und Hinderungsgründe beim Einsatz von Informationstechniken zur externen Vernetzung im Maschinenbau



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (n = 1442, Maschinenbau n =552).

- Erwähnenswert sind auch die Gründe, warum die Betriebe von einem Einsatz absehen. Immerhin sehen im Austausch von Produktionssteuerungsdaten 40% der Betriebe keine Anwendungsmöglichkeit. Ursache ist hier, dass bei vielen kleineren Betrieben mit entspre-

chenden Produktionsplanungssystemen eine komplexere Zulieferer-Kette schlichtweg nicht vorhanden ist. Zu den anderen Gründen gehört die Zurückhaltung, sich in von oben her strukturierte Wertschöpfungsketten großer Kunden einbinden zu lassen. Beim Produktdatenaustausch zwischen CAD-Systemen ist dies kein so virulentes Argument, da die CAD-Anwenderquote im Maschinenbau nicht zuletzt wegen der Komplexität der Produkte außergewöhnlich hoch ist – nicht zuletzt auf Grund der indirekt-spezifischen Förderung des CAD-Einsatzes 1984 bis 1987 (vgl. Dreher 1997). Während der Einkauf über das Internet stärker ausgebaut wird und die Nichtnutzer weniger Hemmnisse im eigenen Betrieb, sondern eher andere Gründe und fehlende wirtschaftliche Lösungen aufführen (vgl. auch Kersten 2001), ist beim Verkauf über das Internet eine andere Haltung zu spüren: 31% der befragten Betriebe sehen keine Anwendungsmöglichkeiten; andere Analysen zeigen hier, dass die Erklärungsbedürftigkeit der Produkte von vielen Betrieben als hemmend bzw. hemmend für einen Verkauf über das Internet angesehen wird (Sterling Commerce 2001) (Marktüberblick zum e-commerce im Maschinenbau in Scheiner 2001).

Insgesamt stellen sich dabei der deutsche Maschinenbau – und die anderen Betriebe der Investitionsgüterindustrie – als nicht gänzlich zurückhaltende Nutzer dieser neuen Technologien dar. Sie dürften als Anwender wahrscheinlich für die wichtigsten Nachfrageschübe der *New Economy* in Deutschland verantwortlich sein. Vor diesem Hintergrund ist durchaus Vorsicht geboten, den Nichtanwendern undifferenziert Nachholbedarf zu unterstellen (VDI-N, 2001), denn angesichts der vielen möglichen Fehler, die Unternehmen der *Old Economy* auf dem Weg zu einem effektiven und effizienten Einsatz begehen können (vgl. Simon 2001, Moss-Kanter 2001), ist eine überlegte Herangehensweise angebracht. Vor allem stellt sich die Frage, ob der Maschinenbau in seinem Verhalten gegenüber Externen, im Aufbau von „Netzen“ im Sinne des Konzepts „virtueller Unternehmen“ ähnlich weit fortgeschritten ist und somit die Voraussetzungen für effizientes e-business bestehen.

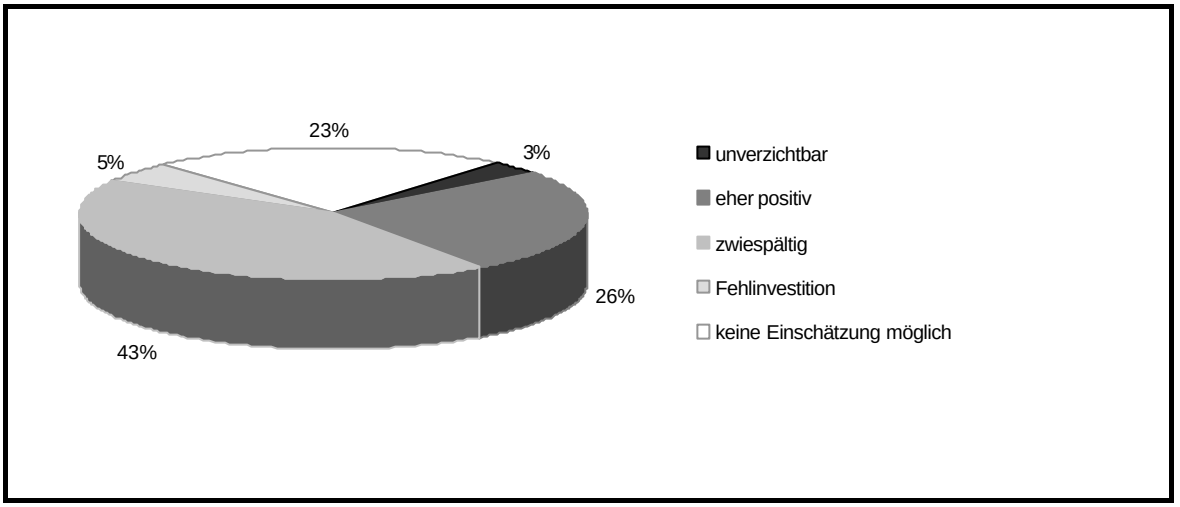
4.3.2 Die Idee des *Virtuellen Unternehmens* und die Realität des Kooperationsverhaltens im deutschen Maschinenbau

Der Begriff *New Economy* ist nicht nur mit dem Einsatz der sogenannten E-Technologien verbunden. Dahinter steht auch die Idee lockerer, hochflexibler, kleiner Einheiten, die sich schnell in Netzwerken zusammenfinden, um die individuellen Wünsche der Kunden schnell zu befriedigen. Damit ist insbesondere das Konzept des virtuellen Unternehmens verknüpft, eines Netzwerkes verschiedenster Kooperationspartner, das sich schnell für diese Aufgaben formieren kann. Im folgenden Abschnitt soll auf die Rezeption dieser Vorstellung bei Maschinen-

baubetrieben anhand der Fraunhofer-ISI-Befragung *Innovationen in der Produktion* eingegangen werden. Die Überprüfung erfolgt mittels der Analyse der Kooperationsaktivitäten der befragten Betriebe hinsichtlich verschiedener Aufgaben und Funktionen und ihrer Abhängigkeit von betrieblichen Charakteristika.

Abbildung 4.7

Bedeutung des „Virtuellen Unternehmens“ im Maschinenbau



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (Maschinenbau n = 552).

23% der befragten Betriebe wollen keine Einschätzung abgeben wollen. Fünf% lehnen die Vorstellung der sich schnell formierenden Netze rundweg als Fehlinvestition ab. 43% der befragten Betriebe stehen dieser Vorstellung eher zwiespältig und – vermutlich – unsicher gegenüber. 26% der Befragten stehen dem Konzept eher positiv gegenüber, 3% halten es für unverzichtbar. Damit scheinen sich Befürwortung und Ablehnung/Nichtverständnis die Waage zu halten, während die knappe andere Hälfte der befragten Betriebe unsicher scheint, möglicherweise eine abwartende Haltung einnimmt.

Bei der Überprüfung der Kooperationsaktivitäten wurden bei der Befragung *Innovationen in der Produktion* Ende 1999 verschiedene Aspekte abgefragt:

- der Kapazitätsausgleich durch Kooperationen in der Produktion,

- die Zusammenarbeit bei der Erbringung von Dienstleistungen für gemeinsame Kunden oder die Kunden des jeweiligen Partners,
- Erfahrungsaustausch durch zwischenbetriebliche Arbeitsgruppen zur Verbesserung der Qualität und im Sinne eines betriebsübergreifenden kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP),
- die Kooperation bei der Beschaffung von Materialien und Zulieferteilen,
- die Kooperation bei der Aus- und Weiterbildung,
- die Kooperation bei der Erstellung gemeinsamer Angebote,
- die Kooperation im Vertrieb (Vertriebskanäle/ Handel/ Niederlassung und Marketing) sowie letztlich
- die Zusammenarbeit bei der Entwicklung von neuen Produkten einerseits mit Zulieferern, andererseits mit Kunden.

Tabelle 4.2 zeigt die Häufigkeit der Kooperationen in den untersuchten Maschinenbaubetrieben. Insgesamt ergeben sich nur geringe Unterschiede bei der Kooperation in verschiedenen Aufgaben. Am deutlichsten scheint der Vorsprung des Maschinenbaus bei der Kooperation zur Erbringung produktbegleitender Dienstleistungen zu sein. Dies wird offenbar in einem höheren Maße als in anderen Investitionsgüterproduzierenden Wirtschaftszweigen mit Partnern außerhalb des Betriebes vorgenommen. Im Maschinenbau ist die Kooperation bei der Entwicklung neuer Produkte mit den Zulieferern wie auch mit den Kunden am häufigsten. Dies ergibt sich aus der höheren Komplexität der Produkte, die Abstimmungen im Entwicklungsprozess sinnvoll werden lassen. Bei einer ganzen Reihe von Betrieben scheint auch der Kapazitätsausgleich bei verschiedenen Fertigungsaufgaben durchaus eine wichtige Rolle zu spielen, da etwa 40% der befragten Betriebe dies regelmäßig tun.

Bei der Analyse nach verschiedenen Betriebscharakteristika zeigt sich bis auf zwei Aspekte wenig Erhellendes. Insbesondere die bei Kapitel 4.1 abgefragten Fertigungscharakteristika scheinen in einer Analyse grundsätzlich wenig Einfluss auf die Kooperationsaktivität in den befragten Maschinenbaubetrieben zu haben. Analysiert man die Betriebsgröße nach Beschäftigtenanzahl, so zeigt sich, dass bei den Entwicklungskooperationen die Betriebe mit mehr als 500 Mitarbeitern weit mehr mit anderen Betrieben zusammenarbeiten, als dies die kleineren Betriebe tun. Dies betrifft insbesondere die Kooperation mit Zulieferern. Überraschenderweise zeigt sich dieses Verhalten auch bei Kooperationsaktivitäten, von denen man annehmen wür-

de, dass sie gerade kleineren Unternehmen eher zu Gute kommen würden. Zum Beispiel betrifft dies die Kooperation bei der gemeinsamen Beschaffung von Material und Teilen, um Preisvorteile zu erreichen. In den Aktivitätsfeldern „Angebot“ und „Vertrieb“ scheinen dagegen die Größenunterschiede keine Rolle zu spielen.

Tabelle 4.2

Kooperationstätigkeit nach Kooperationsfeldern im Maschinenbau nach Betriebsgröße und Region

	Entwicklungskoope-ration mit Kunden	Entwicklungskoope-ration mit Zulieferern	Vertrieb-/ Marketing-kooperation	Angebotskooperati-on	Aus-/Weiterbil-dungskooperation	Beschaffungskoope-ration	zwischenbetriebliche Arbeitsgruppe	Servicekooperation	Produktionskoopera-tion
Investitionsgüterindustrie insgesamt	50,6	47,5	37,0	37,6	32,5	29,8	23,7	28,8	41,8
Sonstige Investitionsgüterindustrie	51,9	46,1	36,0	36,7	32,3	30,6	25,1	24,8	41,5
Maschinenbau	**48,4**	**49,7**	**38,7**	**39,0**	**32,8**	**28,6**	**21,6**	**35,3**	**42,4**
Davon:									
Bis 99 Beschäftigte	44,6	39,9	37,6	38,7	28,6	21,7	13,7	31,3	38,2
100 bis 499 Beschäftigte	50,0	55,2	40,8	39,8	36,3	34,7	31,5	39,6	45,6
500 und mehr Beschäftigte	61,8	78,6	36,4	38,2	41,8	41,1	25,5	40,0	51,8
Alte Bundesländer	46,5	49,7	36,6	37,2	28,6	26,6	21,5	33,1	36,5
Neue Bundesländer	55,9	50,0	46,8	46,4	49,1	36,4	21,7	44,0	65,2

Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (n = 1442, Maschinenbau n = 552)

Die Position in der Wertschöpfungskette dagegen zeigt einen deutlichen Trend. Betriebe des Maschinenbaus, die an die Endabnehmer liefern, kooperieren häufiger als Zulieferer in den Funktionen, die auf den Markt und Vertrieb gerichtet sind. Dies betrifft die Vertriebskooperation (41% der Endproduktthersteller, 36% der Zulieferer), die Angebotskooperation (40% zu 36%) und Servicekooperation (39% zu 28%). Die Zulieferer wiederum kooperieren zu 52% mit den Kunden, was die Endproduktthersteller zu 48% tun. Bei der Entwicklungskooperation

mit Zulieferern sind die Verhältnisse umgekehrt (52% zu 46%). Die anderen Kooperationsaktivitäten sind gleich ausgeprägt (Aus- und Weiterbildung, überbetriebliche Arbeitsgruppen, Beschaffung, Kapazitätsausgleich).

Die Unterschiede nach der Herkunft der Betriebe aus West- oder Ostdeutschland (vgl. dazu auch mit Fallanalysen Brussig, Dreher 2001) zeigen bemerkenswerte Befunde: In den neuen Bundesländern wird im Schnitt (außer bei der Entwicklungskooperation mit Zulieferern und Kunden) mehr mit anderen Betrieben kooperiert als in Westdeutschland. Insbesondere der Kapazitätsausgleich durch Produktionskooperation wird bei über 60% der Betriebe vorgenommen. Dass dies nur bedingt freiwillig geschieht, zeigt die Analyse in den Fallstudien (Brussig, Dreher 2001), da das Kooperationsphänomen in Ostdeutschland zu großen Teilen auch ein Phänomen der Schwäche ist. Unternehmen sind eher bemüht auf der Suche nach Partnern. Dass die Kooperationsaktivitäten im Aus- und Weiterbildungsbereich in den ostdeutschen Maschinenbaubetrieben höher sind, liegt an der wesentlich häufigeren Nutzung überbetrieblicher Ausbildungsstätten in Ostdeutschland, die auf Grund der angespannten Lehrstellensituation in besonderer Weise gefördert werden.

Auch die räumliche Herkunft der Partner dieser Kooperationsaktivitäten ist zu beachten: So sind die Kooperationen im Bereich Aus- und Weiterbildung und im Kapazitätsausgleich in der Produktion stark regional orientiert, weil Transportkosten für Teile und der Austausch der Lehrlinge keine großen Entfernungen zwischen den Partnern zulassen. Vorrangig überregional bzw. international ausgerichtet ist das Angebot gemeinsamer produktbegleitender Dienstleistungen und die Kooperation im Vertrieb (vgl. Abb. 4.8).

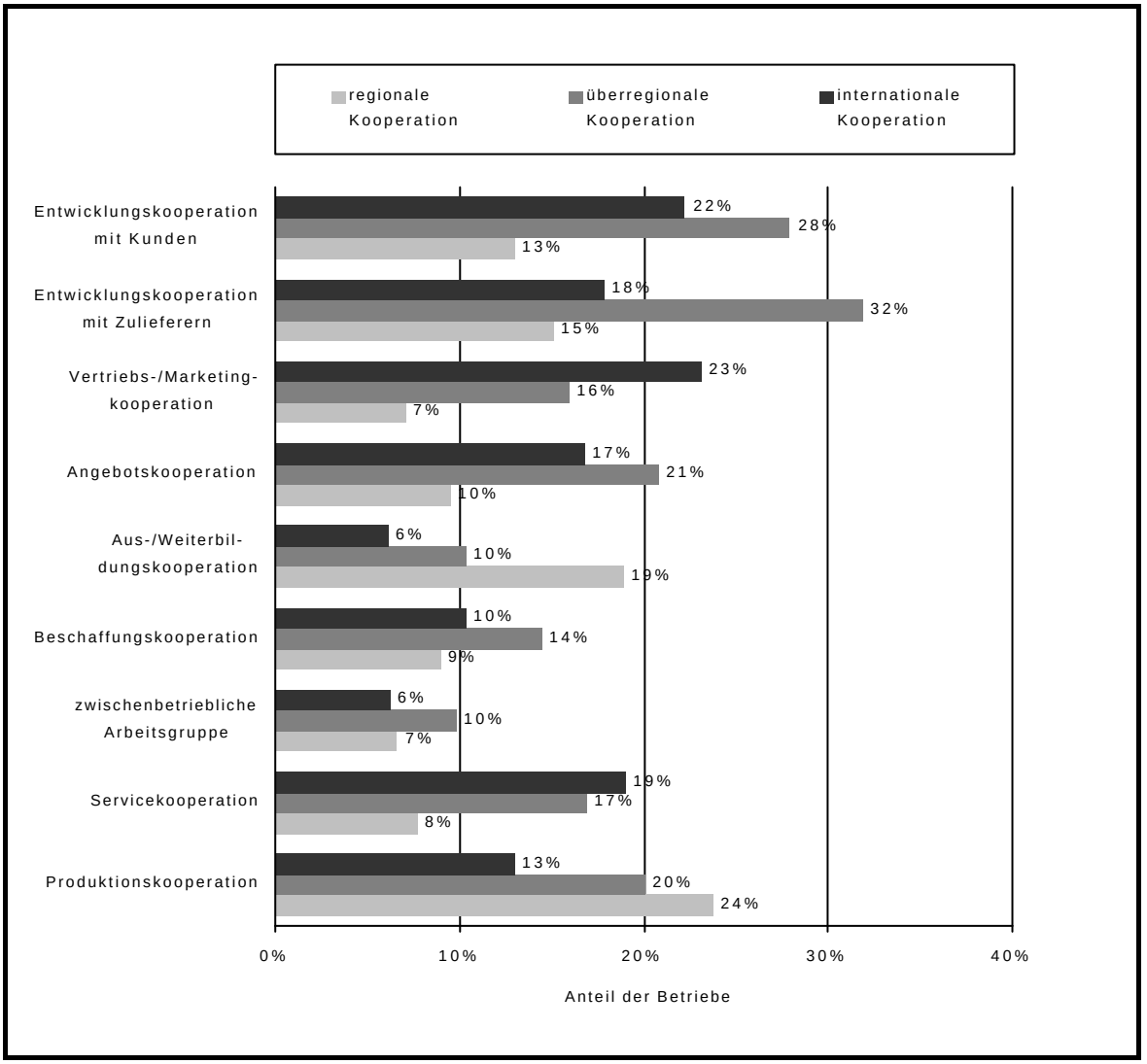
Insgesamt ist das Kooperationsverhalten wie in der gesamten Investitionsgüter-produzierenden Industrie ausgeprägt (vgl. hierzu Eggers 2001, DG-Bank 2000; Eggers/Kinkel 2001). Qualitative Analysen und Workshop-Reihen (vgl. Dreher 1999 und die dahinterstehenden Arbeitspapiere der Vordringlichen Aktion *Lokal und global intelligent kooperieren - LOGIK* des BMBF) weisen vielmehr auf interne organisationsbezogene bzw. kulturbezogene Verhaltensweisen der Unternehmen hin, die einem Ausbau der Kooperationsaktivitäten und einer inhaltlichen Intensivierung entgegenstehen. Es sind weniger die Produkt- bzw. Prozess-Anforderungen, die Barrieren für die Kooperationsaktivitäten und deren Ausbau darstellen, sondern eher die Fähigkeit der Betriebe, dies kaufmännisch richtig einzuschätzen, die Mitarbeiter zu qualifizieren, organisatorische Schnittstellen richtig zu schneiden und letztlich den im

mittelständischen Maschinenbau verbreiteten Skeptizismus gegenüber Kooperationen zu überwinden.

Auf dieser Basis verfestigt sich der Eindruck, dass die Anzahl der Kooperationsaktivitäten wenig über den Fortschritt auf dem Weg zum Arbeiten in Netzwerken aussagt. Vielmehr – zieht man die Befunde zur Nutzung der Technologien hinzu – scheinen die Betriebe durch organisatorische, qualifikatorische und vielleicht auch mentale Barrieren gehindert.

Abbildung 4.8

Regionale Ausrichtung der Kooperationstätigkeit nach Kooperationsfeldern im Maschinenbau



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (Mehrfachnennungen, Maschinenbau n = 552).

4.3.3 Die Internationalisierung der Wertschöpfung im Maschinenbau

Die Nutzung von E-Technologien und das Kooperationsverhalten des deutschen Maschinenbaus zeigen zwar eine deutliche Beschleunigung der Verbreitung dieser Technologien und hohe Aktivitätsraten in verschiedenen Kooperationsfeldern. Dies alles heißt zusammengenommen aber nicht, dass sich der Maschinenbau bereits auf dem Weg zu Konzepten des virtuellen Unternehmens bewegt. Genauso wenig scheinen fest gefügte, hierarchisch angeordnete Wertschöpfungsketten bei den kleinen Seriengrößen, geringen Lieferumfängen nach Stückzahlen sinnvoll zu sein, wie dies beispielsweise in der Automobilindustrie praktiziert wird. Als weiteren Faktor der Analyse gilt es, das „Raumüberwindungspotenzial“ durch Kooperation mit externen Partnern und den Einsatz von Technologien zu untersuchen. Deshalb soll die internationale Präsenz des Maschinenbaus den Befunden zur E-Technologienutzung und zum Kooperationsverhalten gegenübergestellt werden.

Der deutsche Maschinenbau ist traditionell global orientiert. Er trägt damit wesentlich zur positiven Auslandsbilanz der Exportnation Deutschland bei (vgl. Kapitel 2). Seit Beginn der 80er-Jahre intensivieren sich jedoch die Tendenzen zu weltweit einheitlichen Wettbewerbsregeln jenseits nationalstaatlicher Einschränkungen und verschärfen zusehends den Konkurrenzkampf, sowohl im Export als auch auf den angestammten heimischen Marktsegmenten. Verstärkt werden diese Entwicklungen durch den Übergang zu einem europäischen Binnenmarkt mit einer einheitlichen Währung, die es den Maschinenbaukunden erlaubt, gestützt durch moderne Informationstechniken mehr als bisher üblich internationale Leistungs- und Preisvergleiche anzustellen. Im Folgenden sollen einerseits die Lieferung von Produkten und Vorleistungsbezug sowie andererseits Verlagerung und internationale Präsenz der Unternehmensaktivitäten diskutiert werden.

Absatz und Vorleistungsbezug – global versus homebased player

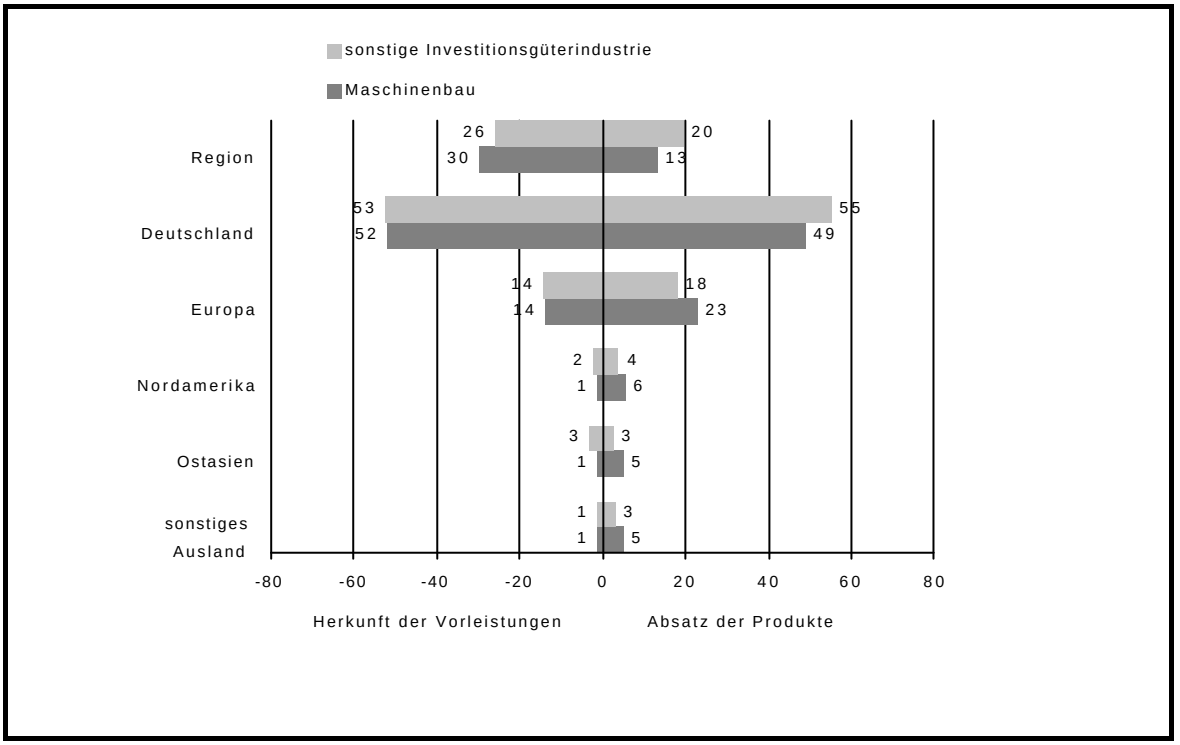
Die Erhebungsdaten der Fraunhofer-ISI-Befragung *Innovationen in der Produktion 1999* bestätigen, dass sich der deutsche Maschinenbau in hohem Maße an globalen Märkten orientiert. 90% der befragten Maschinenbaufirmen setzen ihre Produkte auch im Ausland ab, nur ein Zehntel bedient ausschließlich inländische Märkte. Der mittlere Exportanteil variiert sehr stark nach der Betriebsgröße. Kleine Maschinenbaubetriebe mit weniger als 100 Beschäftigten weisen im Durchschnitt eine Exportquote von 31% aus, mittlere Firmen 52%, während die

großen Maschinenbauunternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten einen Anteil von 68% erreichen. Damit liegt der Maschinenbau im Mittel um 5 bis 10% über den betriebsgrößenspezifischen Exportquoten der gesamten Investitionsgüterindustrie im Untersuchungssample.

Betrachtet man für die befragten Maschinenbaubetriebe den durchschnittlichen Absatz in verschiedenen Weltregionen, so ergibt sich Folgendes (Abbildung 4.9):

Abbildung 4.9

Durchschnittliche Herkunft der Vorleistungen und Lieferungen in Absatzgebieten



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (Maschinenbau n = 552).

Im Schnitt liefern die Maschinenbaubetriebe zu 13% im Umkreis von 50 km des eigenen Standortes. 49% des Volumens geht an Kunden in Deutschland. 23% ist der Durchschnittswert für das europäische Ausland, 6 bzw. 5% für Nordamerika und Ostasien. Im Vergleich mit sonstigen Investitionsgüterproduzierenden Betrieben zeigt sich bei dieser Art der Betrach-

tung eine stärkere internationale Ausrichtung des deutschen Maschinenbaus als in den anderen Investitionsgüter produzierenden Betrieben.

Betrachtet man in gleicher Weise die Herkunft der Vorleistungen (durchschnittliche Volumina der Maschinenbau-Stichprobe in der Befragung), so werden 30% der Vorleistungen aus der Herkunftsregion der Betriebe bezogen, 52% kommen von deutschen Zulieferern und zu 14% kommen die Vorleistungen aus dem europäischen Ausland. Nordamerika, Ostasien und das sonstige Ausland scheinen als Lieferanten für Vorprodukte des deutschen Maschinenbaus dagegen im Volumen nur eine geringe Rolle zu spielen. Qualitativ – beispielsweise bei den Steuerungen – darf die strategische Bedeutung dieser Vorleistungen nicht unterschätzt werden.

Für die weiterführende Analyse wurden die befragten Maschinenbaubetriebe individuell verschiedenen Typen zugewiesen. Als *national* **manufacturer** wurden Betriebe bezeichnet, deren Vorleistungsanteil aus der Region größer 20% ist und die gleichzeitig weniger als 30% ihres Absatzes exportieren. Als **home based player** wurden Betriebe bezeichnet, die ebenfalls eine sehr starke regionale Anbindung in den Vorleistungsstrukturen haben und die über 30% Exportanteil ausweisen. **Global sourcer** sind diejenigen Betriebe, die im überdurchschnittlichen Maße von außerhalb Deutschlands ihre Vorleistungen beziehen, aber einen unterdurchschnittlichen Exportanteil aufwiesen. **Global player** dagegen sind Unternehmen, die global beziehen wie die global sourcer, aber einen sehr hohen Exportanteil aufweisen. Die Zuordnung der befragten Maschinenbaubetriebe ergibt 23% national manufacturer, 25% home based player, 25% global sourcer und 31% global player.

Die Analyse dieser verschiedenen Typen anhand betrieblicher Charakteristika offenbart eine Reihe interessanter Befunde:

- Untersucht man diese Betriebstypen nach Beschäftigtengröße, so verstecken sich hinter den national manufacturer mehrheitlich kleine Betriebe bis 99 Mitarbeiter, während bei den home based playern Betriebe mit 100 bis 499 Mitarbeitern bzw. 500 und mehr Mitarbeitern verborgen sind. Auch die global sourcer sind überproportional kleine Betriebe, während die global player vorrangig Betriebe mit mehr als 500 Mitarbeitern sind.
- Hinsichtlich der Position in der Wertschöpfungskette sind bei den national manufacturern und den global sourcern überproportional reine Zulieferbetriebe zu finden. Die home based player und die global player sind eher Endprodukt-Hersteller bzw. Unternehmen, die sowohl Endprodukte herstellen als auch zuliefern.

- Hinsichtlich der Produktentwicklung zeigt sich, dass hinter den global playern sehr viel mehr Hersteller stecken, die ihren Kunden ein Standardprogramm weltweit anbieten. Die home based player dagegen sind diejenigen Unternehmen, die vorrangig ein Standardprogramm mit kundenspezifischen Varianten anbieten. Die national manufacturer sind offenbar mehrheitlich Unternehmen, die nach Kundenspezifikation fertigen.
- Der Auslöser für die Fertigung ist zwar mehrheitlich immer noch der Kundenauftragseingang, allerdings ist der Anteil derjenigen Betriebe, die Vorfertigung vornehmen und die Endmontage nach Auftragseingang in Angriff nehmen, bei den global playern deutlich erhöht.
- Bei der Seriengröße zeigt sich bei den global playern eine leichte Verschiebung zu etwas größeren Serien. Bei den home based playern sind stärker als bei den global playern Einzel- und Kleinserienfertiger vertreten.
- Vergleicht man die Maschinenbaubetriebe mit denen der anderen Investitionsgüter produzierende Betriebe, so zeigt sich hier eine sehr viel stärkere Vertretung des Betriebstyps home based player als in den anderen Investitionsgüter produzierenden Branchen.

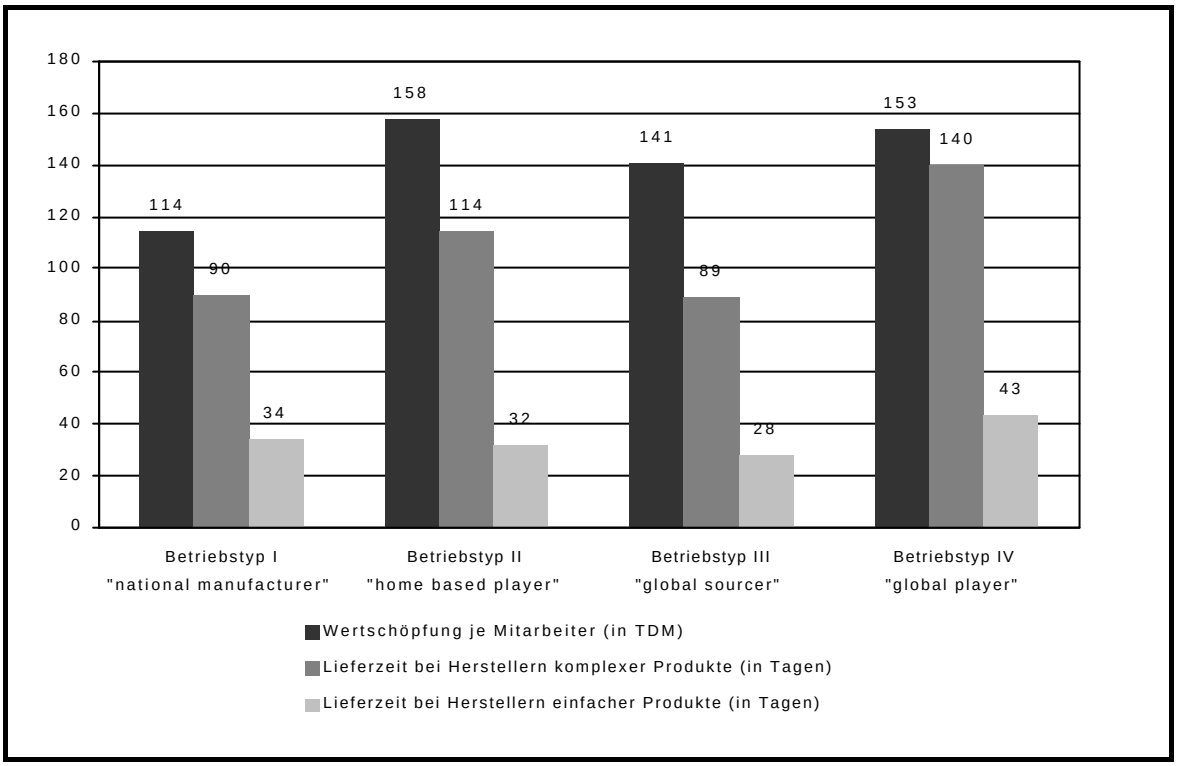
Vergleicht man für diese Maschinenbau-Betriebe die durchschnittliche Wertschöpfung pro Mitarbeiter im Jahre 1999 (vgl. Abb. 4.10), so zeigt sich, dass die national manufacturer im Schnitt mit 114 000 DM pro Mitarbeiter den geringsten Wert aufweisen. Die global sourcer können offenbar die Preisvorteile auch in eine höheren Wertschöpfung pro Mitarbeiter, nämlich 141 000 DM, umsetzen. Die höchste Wertschöpfung pro Mitarbeiter weisen mit 158 000 DM die home based player auf. Dies sind auch mehr als die 153 000 DM, die die Betriebe des global-player-Typs erlösen.

Vergleicht man die Lieferzeiten hinsichtlich unterschiedlicher Produktkomplexitäten in Tagen, so sind die global sourcer und die national manufacturer mit 89 bzw. 90 Tagen bei komplexen Produkten bzw. 28 und 34 Tagen bei einfachen Produkten die Betriebe, die Bestellungen ihrer Kunden am schnellsten erfüllen können. Vergleicht man global player und home based player, so sind die home based player mit 114 Tagen Lieferzeit deutlich schneller als die global player mit 140 Tagen bei komplexen Produkten. Ein ähnlicher Abstand zeigt sich bei den einfachen Produkten, bei denen der home based player 32 Tage und der global player 43 Tage benötigen. So zeigt sich, dass die knapp ein Viertel der Maschinenbaubetriebe umfassenden home

based player gleiche, wenn nicht bessere Kennzahlen aufweisen als die global player. Ein ähnlicher Zusammenhang galt bereits 1997 (Dreher 1999a).

Abbildung 4.10

Durchschnittliche Wertschöpfung pro Mitarbeiter in 1000 DM und Lieferzeit bei Herstellern komplexer und einfacher Produkte aus dem Maschinenbau nach Globalisierungstyp



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (Maschinenbau n = 552)

Viele spezialisierte Maschinenbaubetriebe sind in Deutschland von einem leistungsfähigen Zuliefercluster abhängig. Es ist aber dennoch möglich, selbst bei mittleren Betriebsgrößen mit einer vergleichsweise starken lokalen Vorleistungsbasis weltweit aktiv und auch erfolgreich zu sein. Demgegenüber scheinen immer wieder Erwartungen an die Betriebe zu stehen, ihre internationale Präsenz einschließlich der Verlagerung von Produktionsstätten auszubauen.

Die internationale Präsenz des deutschen Maschinenbaus

Bei der Debatte um die Internationalisierung war und ist die Frage der Verlagerung von Produktionsstätten aus Deutschland ins Ausland einer der zentralen Aspekte. Mit der Verlagerung von Produktionsstätten wird der Abbau von Arbeitsplätzen vor Ort verbunden und sehr unterschiedliche Vorstellungen zu Motiven und Gründen beherrschen die sogenannte Standortdebatte. In diesem Abschnitt soll aber nicht nur über die Verlagerungsaktivitäten des deutschen Maschinenbaus berichtet werden, sondern auch die andere Seite der Medaille, die internationale Präsenz des deutschen Maschinenbaus, untersucht werden, die auch nötig ist, um global Produkte und Leistungen anzubieten.

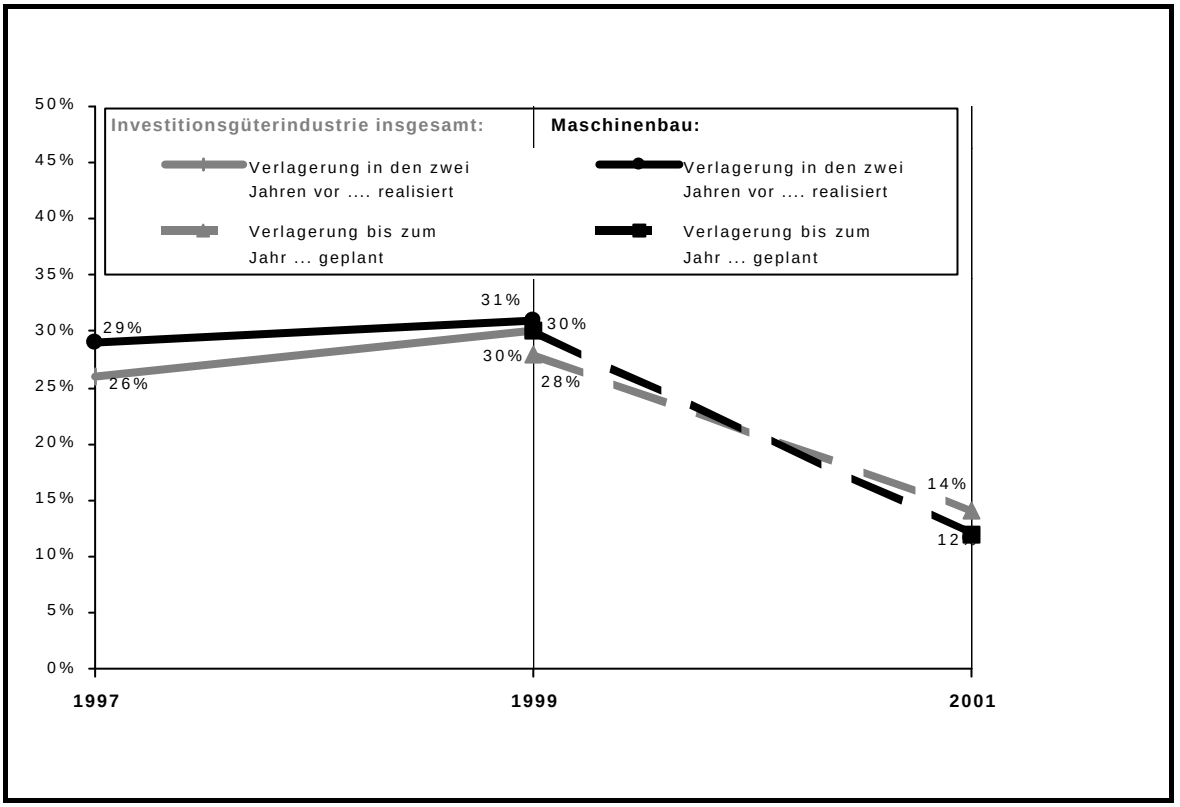
Die vom ISI befragten Maschinenbaubetriebe gaben 1997 an, dass sie zu 29% Produktionsaufgaben ins Ausland verlagert haben. Dies sind 3%punkte mehr als der Gesamtdurchschnitt der Investitionsgüterindustrie (vgl. Internationale Präsenz der deutschen Investitionsgüterindustrie, Kinkel, Lay 2001). 1997 planten weitere 30% der Betriebe, im Laufe der nächsten zwei Jahre Aktivitäten ins Ausland zu verlagern.

Die Befragung von 1999 ergab, dass von den befragten Maschinenbaubetrieben 30% Verlagerungen im Laufe der letzten zwei Jahre vorgenommen hatten. Vorausschauend geben 14% an, in den nächsten zwei Jahren neu einzusteigen bzw. weitere Aktivitäten ins Ausland zu verlagern.

Wie aus Abbildung 4.11 ersichtlich, flachen die Verlagerungsaktivitäten ab und besonders die Planungsüberlegungen haben sich deutlich reduziert. Parallel hierzu ist der Anteil der Betriebe gestiegen, die bereits verlagerte Aktivitäten wieder nach Deutschland zurückholten. Betrug dieser Anteil 1997 bei den Maschinenbaubetrieben noch 4%, so verdoppelte er sich 1999 auf über 8%.

Abbildung 4.11

Anteil Maschinenbaubetriebe und Investitionsgüterindustriebetriebe mit Verlagerung von Produktionsaktivitäten ins Ausland bzw. Planungsüberlegungen

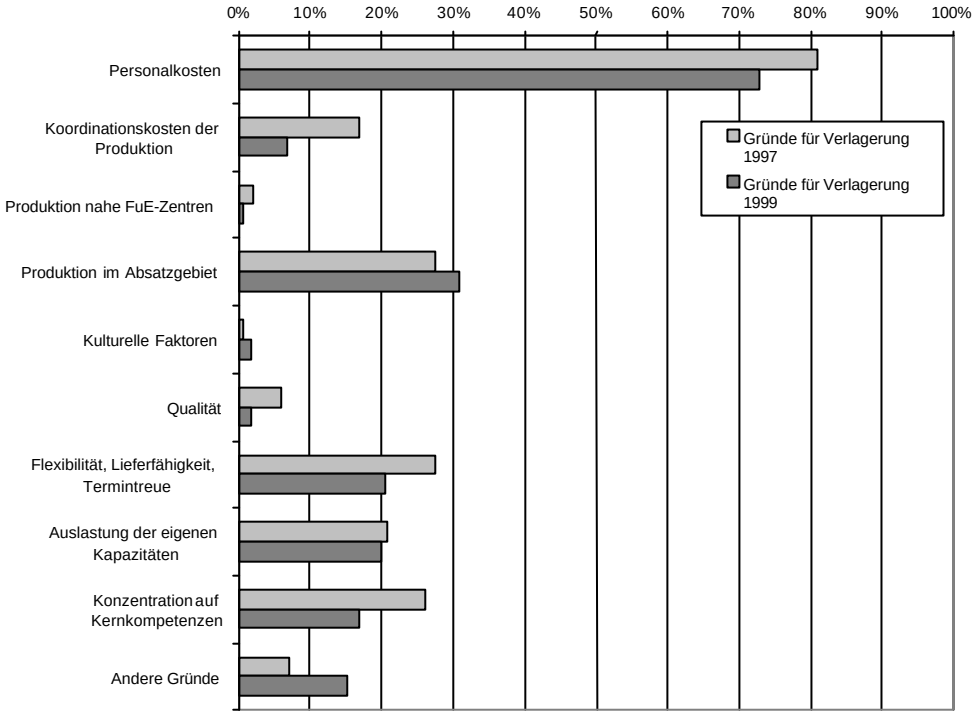


Quelle: Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (n = 1422, Maschinenbau n = 552).

Als Gründe für die Verlagerung gaben die Maschinenbaubetriebe zu fast 73% zu hohe Personalkosten an. Knapp ein Drittel der Betriebe gab den Wunsch nach der Produktion im Absatzgebiet als treibendes Motiv für eine Verlagerung zu Protokoll (siehe auch Abb. 4.12).

Abbildung 4.12

Motive von Maschinenbaubetrieben zur Verlagerung von Produktionsaktivitäten ins Ausland

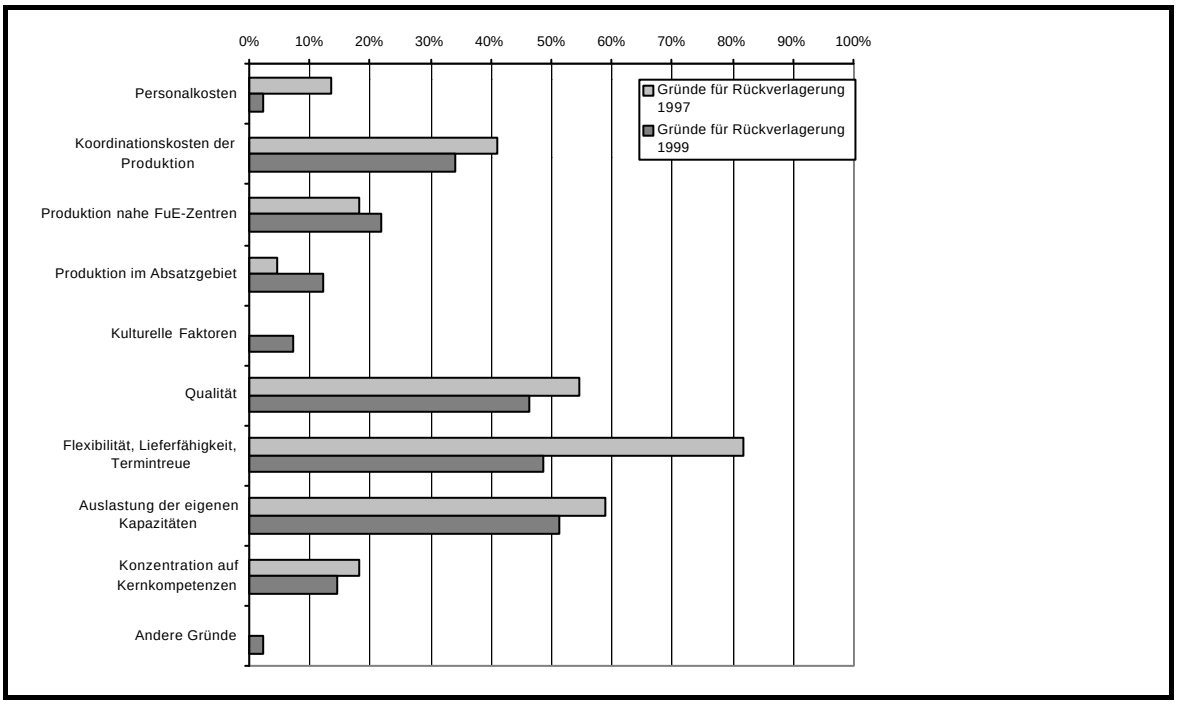


Quelle: Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (n = 1422, Maschinenbau n = 552).

Befragt man ausschließlich die Betriebe, die Fertigungsaktivitäten wieder nach Deutschland zurückverlagert haben, zeigt sich hier insbesondere der Bedarf an Kapazitätsauslastung der heimischen Fertigungsstätten mit über 51% als treibendes Motiv (Abb. 4.13). Weitere wichtige Gründe sind, dass im Ausland nicht dieselbe Flexibilität und Lieferfähigkeit wie in Deutschland gegeben sind. 46% der befragten Betriebe machen Qualitätsprobleme geltend. Auch scheint eine Reihe von Betrieben die Koordinationskosten zwischen heimischen und ausländischen Betrieben unterschätzt zu haben. 34% der befragten Betriebe führen dies als Grund für die Rückverlagerung an. Insgesamt scheint der Drang der Betriebe, teilweise Fertigungsaufgaben ins Ausland zu verlagern, zwar ungebrochen, aber abgebremst. Für diese Abbremsung dürften konjunkturelle Effekte, aber auch eine gewisse Ernüchterung ursächlich sein, die sich aus bereits gemachten Erfahrungen speist.

Abbildung 4.13

Motive von Maschinenbaubetrieben zur Rückverlagerung von Produktionsaktivitäten

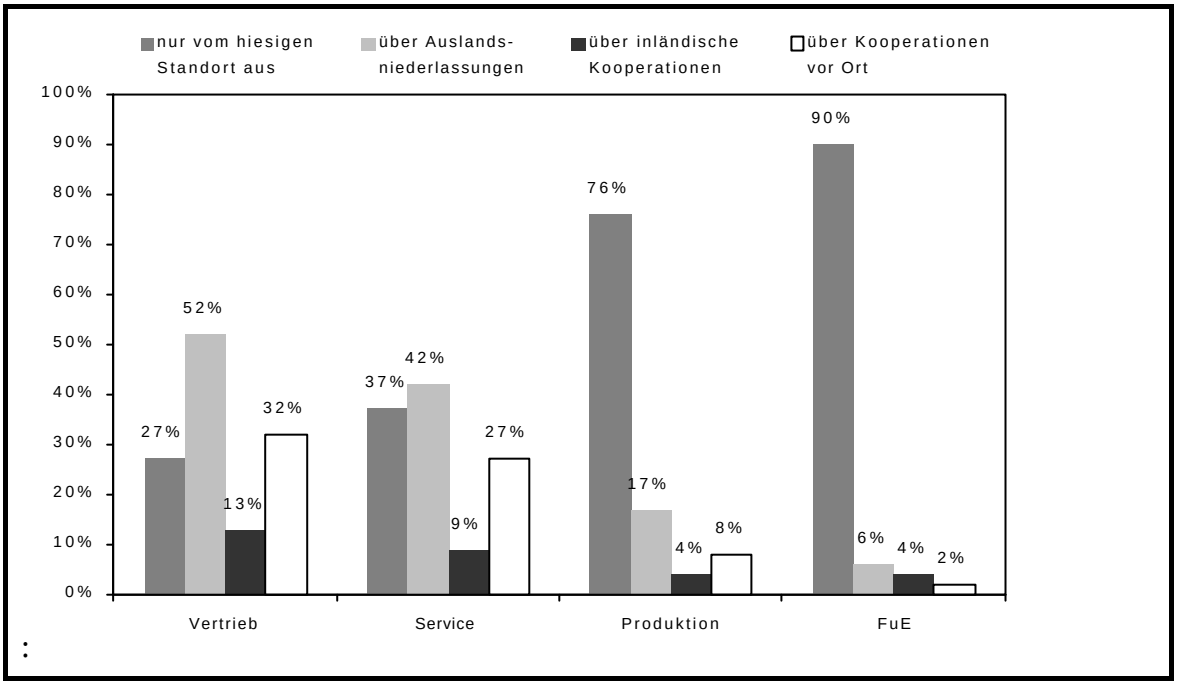


Quelle: Erhebung *Innovationen in der Produktion 1999* (n = 1422, Maschinenbau n = 552).

Fragt man die Maschinenbaufirmen mit Auslandsumsätzen danach, wo sie ihre Funktionsbereiche Vertrieb, Service, Produktion und FuE ansiedeln, um die internationalen Märkte adäquat bedienen zu können, dann zeigt sich folgendes Bild (Abb. 4.14):

Abbildung 4.14

Auslandspräsenz des deutschen Maschinenbaus nach Funktionsbereichen



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (Mehrfachnennungen, n = 483, missing).

Mit dem Vertrieb ist der Maschinenbau in vergleichsweise höchstem Umfang im Ausland präsent. Gleichwohl verkauft gut ein Viertel der Firmen seine Produkte auch internationalen Kunden ausschließlich vom hiesigen Standort aus. Etwas mehr als die Hälfte der Betriebe ist über Auslandsniederlassungen (inklusive Tochter- und Schwesterunternehmen), ein Drittel über Kooperationen oder Joint Ventures mit Partnerfirmen vor Ort vertreten. Die vor allem für kleine Betriebe reizvolle Möglichkeit der Kooperation mit inländischen Firmen, um gemeinsam Auslandsmärkte möglichst optimal zu bedienen, wird lediglich von 13% der Maschinenbaufirmen genutzt.

- Die nicht nur im Maschinenbau zunehmende Notwendigkeit, allen Kunden weltweit einen schnellen und kompetenten Service zur Verfügung zu stellen, hat 42% der Firmen veranlasst, sich mit eigenen Kapazitäten in der Nähe ihrer internationalen Abnehmer niederzulassen. 27% wählen die Alternative, mit ausländischen Kooperationspartnern vor Ort diese Dienstleitung anzubieten, nur knapp ein Zehntel bündelt seine Ressourcen im Servicebereich mit inländischen Unternehmen. Entgegen der Notwendigkeit eines Vor-Ort-Service versuchen aber immerhin noch 37% der Maschinenbaufirmen, ihre internationalen Kunden mit einem Service zufrieden zu stellen, der ausschließlich vom hiesigen Standort aus erbracht wird.
- Die Produktion verbleibt im deutschen Maschinenbau, auch wenn ausländische Absatzmärkte bedient werden sollen, vorzugsweise im Inland. Drei Viertel der Betriebe setzen auf reinen Export seiner Produkte und fertigen weiterhin nur am deutschen Standort. Nur 17% der Maschinenbaufirmen bauen eigene, ausländische Produktionsbereiche zur Unterstützung des dortigen Absatzes auf. Die Optionen Produktionskooperationen mit Firmen vor Ort oder Bündelung „unterkritischer“, eventuell länderspezifischer Produktionskapazitäten mit hiesigen Unternehmen werden mit 8 bzw. 4% von einem nahezu verschwindend geringen Anteil genutzt.
- Bei der Ansiedlung der Forschungs- und Entwicklungs-Aktivitäten (FuE) baut der Maschinenbau erwartungsgemäß auf die gute FuE-Infrastruktur und das hohe Kompetenzniveau in Deutschland. Neun Zehntel aller Betriebe halten ihre FuE auch für Aufgaben zur Erfüllung ausländischer Marktanforderungen komplett am hiesigen Standort, nur 6% bauen in ihren Auslandsniederlassungen auch FuE-Kapazitäten auf.

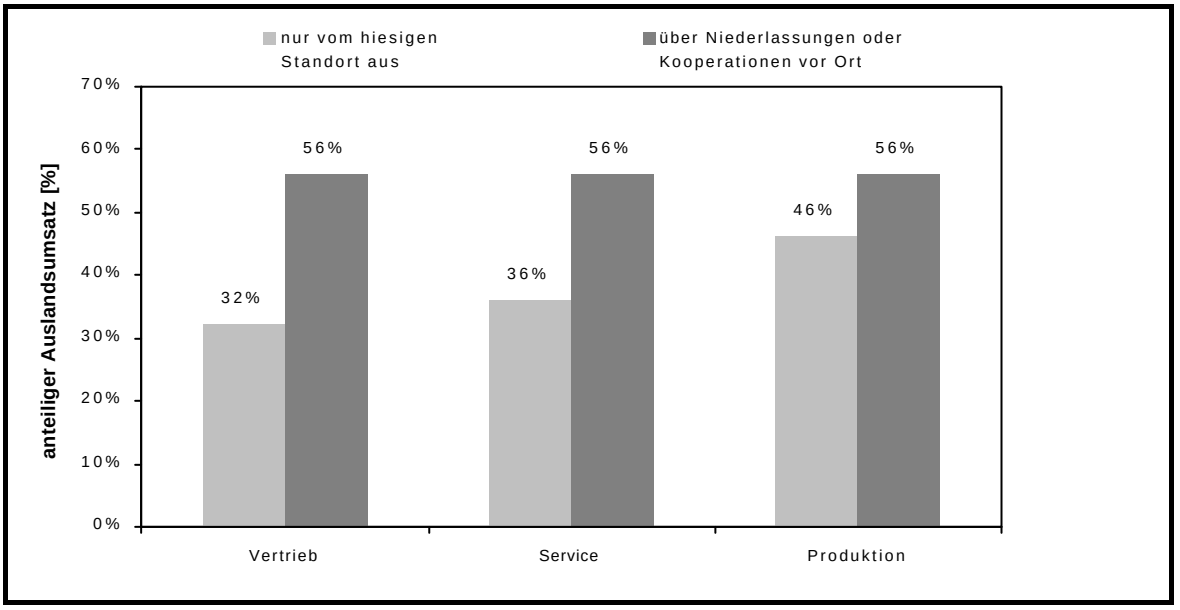
Eine differenziertere Betrachtung nach der Betriebsgröße zeigt, dass v. a. große Maschinenbaubetriebe mit 500 und mehr Beschäftigten mit Vertriebs- (93%) oder Serviceniederlassungen (86%) im Ausland präsent sind. Kleine Firmen mit weniger als 100 Mitarbeitern sind dagegen auf Grund ihrer begrenzten Ressourcen in diesen Bereichen weit seltener mit eigenen Auslandsniederlassungen vertreten (27 bzw. 19%). Sie nutzen daher Vertriebs- oder Servicekooperationen mit inländischen Partnern zur Überwindung ihrer Kapazitätsdefizite mit 14 bzw. 9% in höherem Maße als die großen Unternehmen (je 4%), jedoch noch lange nicht in ausreichendem Umfang, um deren Vorsprung in puncto Auslandspräsenz kompensieren zu können. Selbst Kooperationen mit Vertriebs- oder Servicepartnern vor Ort werden von den großen Betrieben zumindest genauso häufig genutzt wie von den stärker darauf angewiesenen kleinen – ein Indiz dafür, dass diese (noch immer) große Probleme haben, internationale Kontakte zu

knüpfen, aus denen vertrauensvolle Kooperationen hervorgehen. Überaus bedenklich stimmt zudem der überraschende Befund, dass kleine Maschinenbaufirmen sogar seltener (4%) ihre Produktionskapazitäten zur Bedienung ausländischer Märkte mit inländischen Firmen bündeln als große (9%), obwohl sie ungleich stärker auf solche Fertigungskooperationen angewiesen sind. Hier scheinen die Vorbehalte gegenüber Kooperationen in Form von mangelndem Vertrauen oder Angst vor übermächtigen Partnern und unbekannten Transaktionskosten noch immer schwerer zu wiegen (vgl. Kap. 4.3.2) als die großen Potenziale, die sich kleinen Unternehmen durch solche Partnerschaften auftun.

Dass damit Chancen auf internationalen Märkten vertan werden, zeigen die positiven Zusammenhänge zwischen der internationalen Präsenz von Maschinenbaubetrieben, v. a. im Vertriebs- und Servicebereich, mit den im Ausland getätigten Umsätzen. Denn der Vorteil eines Produkt-Leistungspakets sorgt nicht per se für entsprechende Auslandsumsätze, sondern muss den internationalen Kunden zunehmend aktiv in ihrer Region kommuniziert und angeboten werden (Abbildung 4.15).

Abbildung 4.15

Anteil des Auslandsumsatzes am Gesamtumsatz in Abhängigkeit von der funktionsspezifischen Standortstrategie



Quelle: Fraunhofer-ISI-Erhebung *Innovationen in der Produktion* 1999 (Mehrfachnennungen, n = 483, missing).

Firmen, die mit Vertriebs- bzw. Servicesatelliten alleine oder über Kooperationen vor Ort präsent sind, erwirtschaften deutlich höhere Exportquoten (56%) als Betriebe, die diese Funktionen auch für ausländische Märkte ausschließlich vom hiesigen Standort aus erbringen (32 bzw. 36%). Dagegen ist die Strategie, international absatzfähige Produkte ausschließlich in Deutschland zu produzieren, nicht im gleichen Ausmaß negativ mit dem erzielbaren Auslandsabsatz korreliert. Maschinenbaubetriebe mit einer solchen Produktionsstrategie weisen auch im Vergleich mit Auslandsrepräsentanten gute Exportquoten auf (46%).

Es müssen also nicht Produktionskapazitäten im Ausland präsent sein, um in diesen Märkten erfolgreich zu sein – ungeachtet der Tatsache, dass rechtliche Vorschriften wie *Local content* oder der Druck globaler Großkunden eine solche Präsenz vor Ort erzwingen können. Dagegen scheint es für den Erfolg im Ausland vielfach unabdingbar, Vertriebs- und Servicekapazitäten in den wichtigsten, internationalen Märkten anzusiedeln. Vor allem im Servicebereich spielt dabei der Faktor Zeit eine wichtige Rolle. Zwar ist über moderne IuK-Technologien ein zeitnaher Teleservice im Sinne von Ferndiagnose quasi unabhängig von den Entfernungen möglich. Eine Telereparatur kann dabei aber nicht erfolgen – solche Dienstleistungen müssen zur Zufriedenheit des Kunden noch immer, v. a. bei komplexen und teuren Anlagen, schnell und fachmännisch über entsprechend geschultes Servicepersonal vor Ort erbracht werden.

4.4 Fazit und Ausblick

Die Analysen zum Leistungserstellungsprozess im Maschinenbau angesichts der Wandlungsprozesse der letzten Jahre wie auch der besonderen Herausforderungen aus Internationalisierung und *New Economy* zeigen, dass sich der deutsche Maschinenbau trotz der guten Marktlage in den letzten Jahren nicht auf seinen Lorbeeren ausgeruht hat. Die Modernisierung durch Einsatz neuer Technologien und neuer Organisationskonzepte in der Fertigung hat weiter stattgefunden. Insbesondere die rasante Verbreitung der sogenannten E-Technologien unter den Betrieben des deutschen Maschinenbaus, wie sie sich aus der Befragung des Fraunhofer-ISI ergibt, ist in ihrem Tempo bisher ohne Beispiel. Die befragten Experten erwarten eine weitere Zunahme der technischen Möglichkeiten und eine weiter sinkende Eintrittsgeschwindigkeit. Dagegen hält die organisatorische Einbindung von externen Partnern, die Schaffung von Netzstrukturen, die dem Einsatz dieser Technologien eigentlich gegenüberstehen sollte, zurzeit nicht im gleichen Maße Schritt. Das Kooperationsverhalten ist zwar auf einem hohen Niveau und vergleichsweise stabil, aber in der organisatorischen Gestaltung nicht synchron flexibel gestaltet, wie es dem Flexibilitätspotenzial dieser Technologien bzw. den sich noch zukünftig erge-

benden technischen Möglichkeiten entspräche (Schwemmle, Zanker 2001). Auch qualitative Analysen zeigen, dass vorrangig organisatorische Probleme, qualifikatorische Fragen und eher mentale Barrieren in den mittelständisch geprägten Geschäftsführungen des Maschinenbaus (noch) zu überwinden sind. Das betrifft insbesondere die stark mittelständisch geprägten Unternehmen, die eigentlich besondere Flexibilitätsvorteile durch die mögliche Senkung der Transaktionskosten mittels intelligentem Technikeinsatz und „pfiffigen" organisatorischen Konzepten für Kooperationen erlangen könnten. Kooperation kann auch Chance sein. Dies zeigt sich auch in der internationalen Präsenz des Maschinenbaus und unterstreicht noch einmal die Herausforderungen, die gerade kleine Betriebe bei der Internationalisierung der Märkte bewältigen müssen.

Weiterhin zeigt die Analyse der Vorleistungen nach regionaler Herkunft, dass Betriebe, die sich vorrangig auf Zulieferer aus der näheren Region stützen, international erfolgreich sein können. D. h. gerade mittelständischen Betrieben steht auch eine strategische Option offen, die sich nicht an dem Leitbild der Global player orientiert. Dies dürfte erfolgreicher sein, wenn die Kooperationsbarrieren, die aus den Befunden abzuleiten sind, überwunden werden können.

5 Außenwirtschaftliche Position des deutschen Maschinenbaus

In diesem Kapitel werden zwei Zielsetzungen verfolgt. Zum ersten soll die Stellung des deutschen Maschinenbaus im internationalen Wettbewerb untersucht werden. Zum zweiten ist eine Antwort auf die Frage zu finden, ob der deutsche Maschinenbau die Herausforderungen der Globalisierung angenommen hat. Zu diesem Zweck werden zwei unterschiedliche Quellen verwendet.

Eine Grundlage bilden die Statistiken der Deutschen Bundesbank zu den Auslandsinvestitionen. Sie ist zwar sektoral gegliedert aber der Maschinenbau (i.e.S.) kann nicht genau abgegrenzt werden. Die Auswertungen für den Maschinenbau basieren auf der gesamten NACE 29, die neben dem Maschinenbau (i.e.S.) auch Haushaltsgeräte und Waffen enthält. Eine wichtige Frage ist, inwieweit über die schon in der Vergangenheit nennenswerten Aktivitäten zum Ausbau eines internationalen Vertriebsnetzes, die auch durch Direktinvestitionen begleitet waren, nun zunehmend Investitionen in Produktionsstätten an Bedeutung gewinnen.

Als weitere Grundlage werden die Statistiken über den Außenhandel in der Abgrenzung des Maschinenbaus (i.e.S.) verwendet. Das primäre Ziel ist die Bedeutung der Erzeugnisse aus deutscher Produktion im internationalen Wettbewerb aufzuzeigen. Darüber hinaus wird die Entwicklung des Außenhandels wichtiger Konkurrenznationen analysiert.

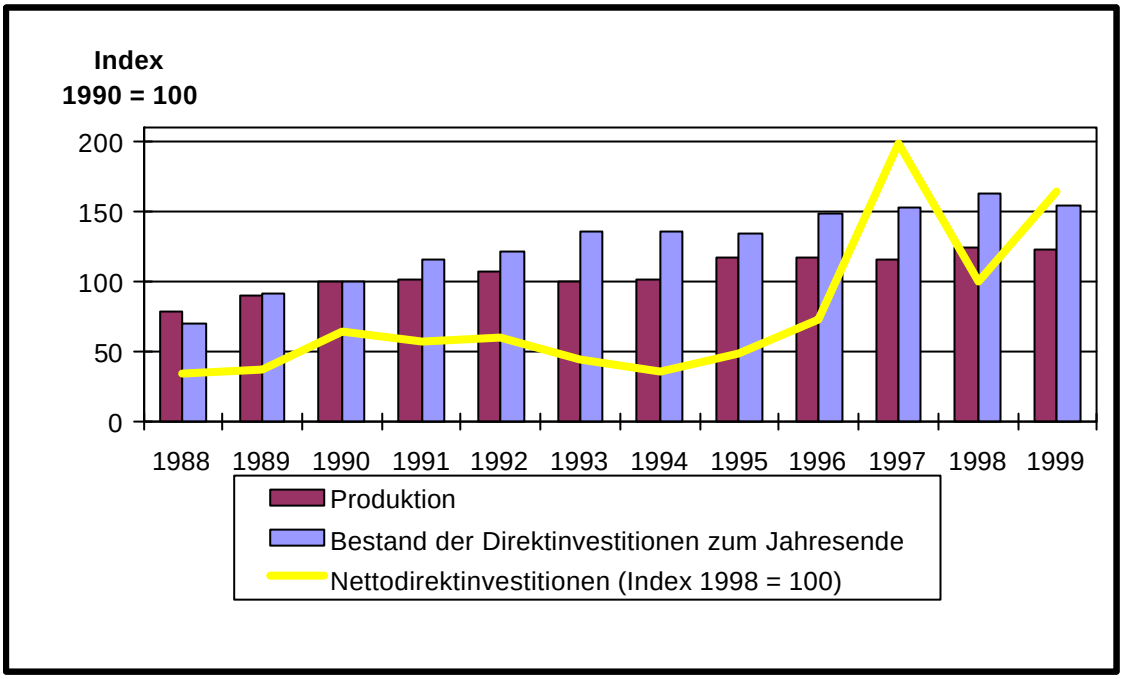
5.1 Direktinvestitionen des Maschinenbaus wachsen unterdurchschnittlich

Der deutsche Maschinenbau[1] verzeichnet ebenso wie andere Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes in den letzten 10 Jahren eine stark gestiegene Präsenz im Ausland. Dies zeigt sich sowohl bei der Betrachtung der Flussgröße der Nettodirektinvestitionen, als auch bei der Bestandsgröße der Direktinvestitionen. Der Bestand der Investitionen im Ausland ist stärker als die Produktion von Maschinenbauerzeugnissen im Inland gestiegen (Abb. 5.1)

[1] Bei der Betrachtung der Direktinvestitionen ist eine Feinabgrenzung des Maschinenbaus im engeren und im weiteren Sinn, wie sie in Kap. 1 vorgenommen wird, nicht möglich. Daher bezieht sich ‚Maschinenbau' in diesem Kapitel immer auf die aktuell gültige Division 29 der amtlichen Produktionsstatistik NACE. Durch die umfassende Revision der Branchengliederung 1995 wurden dem Maschinenbau die Elektrohaushaltsgeräte sowie die Waffenherstellung neu zugeordnet, so dass die Bestände bezogen auf den Maschinenbau (i.e.S.) etwas überhöht sind.

Abbildung 5.1

Produktion und Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus

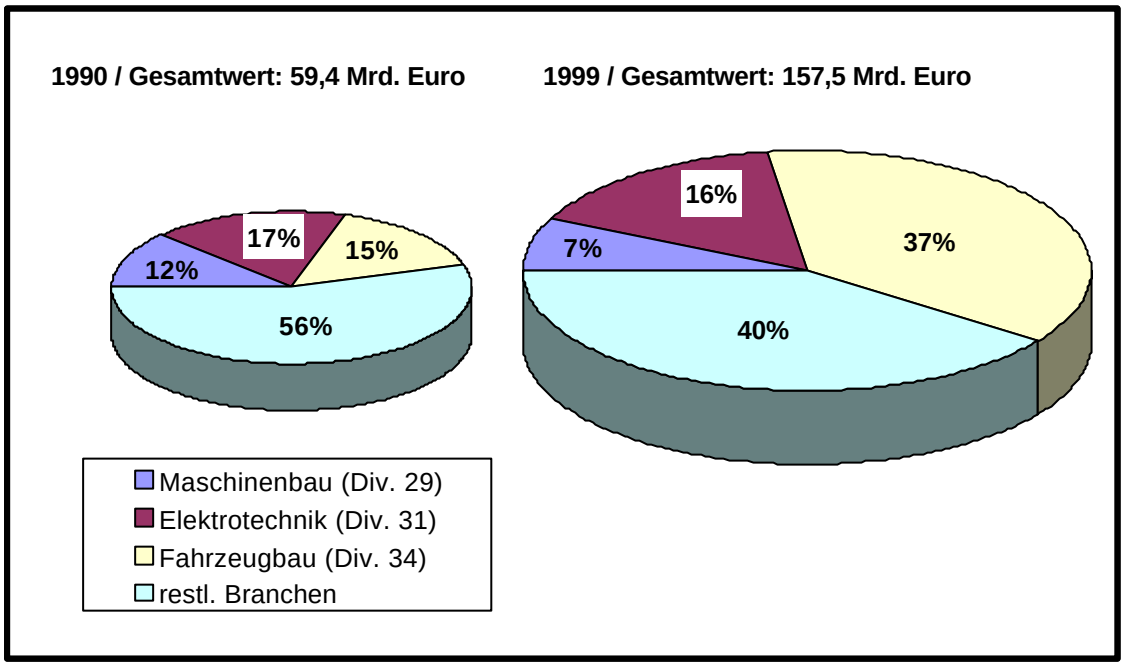


Quelle: VDMA, Deutsche Bundesbank, Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Allerdings verlief die Zunahme der Auslandsinvestitionen des Maschinenbaus nicht so rasant wie in den übrigen Branchen. Insbesondere im Straßenfahrzeugbau ist die Internationalisierung in den letzten drei Jahren stark voran geschritten und dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes weit voraus geeilt. Der Hauptgrund hierfür liegt in den milliardenschweren Firmenübernahmen und Beteiligungen an bestehenden ausländischen Unternehmen. Entsprechend hat der Straßenfahrzeugbau seinen Anteil an den Direktinvestitions-*Beständen* des deutschen Verarbeitenden Gewerbes zwischen 1990 und 1999 (vgl. Abb. 5.2) mehr als verdoppeln können – dies entspricht einer Versechsfachung der Absolutwerte (von 9,1 auf 58,4 Mrd. Euro). 1998, im Jahr der Fusion von Daimler-Benz und Chrysler, hat sich der Bestand der deutschen Direktinvestitionen im Fahrzeugbau in den USA im Vergleich zum Vorjahr mehr als verfünffacht (von 3,2 auf 16,5 Mrd. Euro).

Abbildung 5.2

Bestände an Direktinvestitionen nach Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

In den übrigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, die nicht so sehr durch ‚global players' dominiert werden, ist wie im Maschinenbau und in Bereichen der Elektrotechnik diese Entwicklung von geringerer Dynamik. Trotz einer starken Zunahme der Absolutwerte (von 60,2 Mrd. Euro auf 99,1 Mrd. Euro) ist daher der Anteil der übrigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes von 85% auf 63% des Gesamtvolumens der deutschen Direktinvestitionen zurückgegangen. Entsprechend trat für den Maschinenbau ein Rückgang von 12 auf 7% trotz einer Steigerung der Direktinvestitionsbestände von 7,2 auf 11,2 Mrd. Euro ein.

Dynamischer stellt sich die Entwicklung dar, wenn nicht die *Direktinvestitionsbestände des deutschen Maschinenbaus*, sondern die *deutschen Bestände am ausländischen Maschinenbau* betrachtet werden (Abb. 5.3). Forciert wird die Auslandsinvestitionstätigkeit nämlich zunehmend von deutschen Beteiligungsgesellschaften, die ihr Engagement im ausländischen Maschinenbau in den 90er Jahren mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 22% im Jahr erhöhten. Sie haben damit an den deutschen Direktinvestitionsbeständen im Maschinenbau des Auslands 1999 einen höheren Anteil als deutsche Maschinenbauunternehmen (siehe Tab. 5.1). Diese Entwicklung kann mit der Struktur der Branchen erklärt werden. Sie besteht

nicht nur aus unabhängigen kleinen und mittleren Unternehmen. Es gibt traditionell viele mittelständische Unternehmungsgruppen. Das Niveau und die dynamische Zunahme der Auslandsinvestitionen durch Beteiligungsgesellschaften verweist darauf, dass es gerade die Dachgesellschaften dieser Gruppen sind, die für ihre Töchter die Auslandsaktivitäten forcieren.

Tab. 5.1

Deutsche Investitionen in den ausländischen Maschinenbau (in Mill. Euro)

Jahr	aus allen Branchen	Maschinen-bau	Anteil in%	Beteiligungs-gesellschaften	Anteil in%	Sonstige	Anteil in%
1989	4.064	2.898	71,3	707	17,4	222	5,5
1990	4.260	3.002	70,5	785	18,4	230	5,4
1991	4.981	3.597	72,2	875	17,6	248	5,0
1992	5.304	3.768	71,0	1.145	21,6	193	3,6
1993	6.476	4.570	70,6	1.398	21,6	262	4,1
1994	6.978	4.420	63,3	1.970	28,2	305	4,4
1995	8.074	4.436	54,9	2.887	35,8	401	5,0
1996	8.831	4.736	53,6	3.244	36,7	445	5,0
1997	10.610	4.585	43,2	5.092	48,0	476	4,5
1998	11.282	4.490	39,8	5.656	50,1	577	5,1
1999	11.787	4.332	36,8	5.179	43,9	1.164	9,9

Quelle: VDMA; Deutsche Bundesbank; Berechnungen des ifo Instituts

Die Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus fließen nur zu knapp der Hälfte in die eigene Branche, d.h. in die Produktion von Maschinenbauerzeugnissen im Ausland. In steigendem Maße wird in andere Industrien, hauptsächlich in Zulieferbetriebe investiert. Von herausragender Bedeutung sind aber weiterhin Direktinvestitionen in das Vertriebsnetz inklusive aller das Angebot ergänzenden Dienstleistungen (Abb. 5.3)

Die Abbildung 5.4 verdeutlicht die Dynamik bei Einbeziehung der Direktinvestitionen der Beteiligungsgesellschaften in den ausländischen Maschinenbau im Gegensatz zur wesentlich gleichförmigeren Entwicklung der allein den Unternehmen des Maschinenbaus zugerechneten Direktinvestitionen (Abb. 5.3). Investitionen anderer Branchen in den ausländischen Maschi-

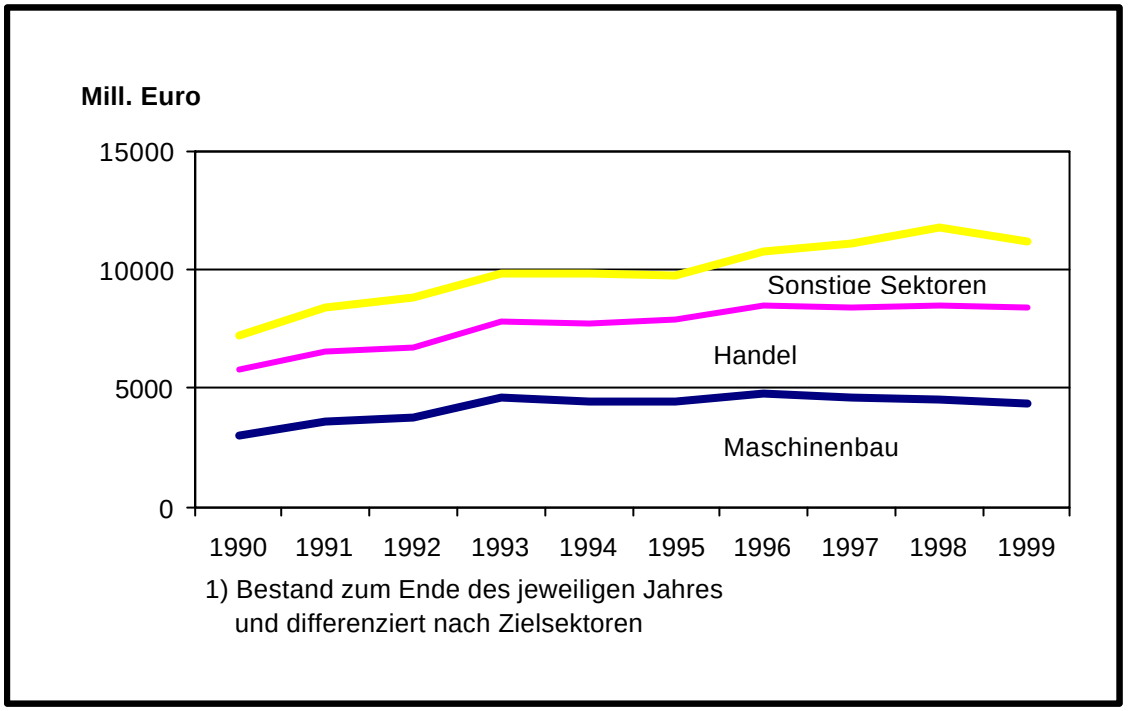
nenbau sind von untergeordneter Bedeutung. Der große und steigende Anteil der Beteiligungsgesellschaften an den deutschen Direktinvestitionen im ausländischen Maschinenbau hängt mit der Struktur der Branche zusammen, die durch eine große Anzahl von kleinen und mittleren Unternehmen gekennzeichnet ist, die kapitalmäßig miteinander häufig über eine Konzern- oder Gruppenholding verflochten sind. Das Kapital wird vielfach von gruppenzugehörigen Beteiligungsgesellschaften gehalten, die für Tochterunternehmen die Erschließung ausländischer Märkte und den Aufbau internationaler Produktionsnetzwerke finanzieren, häufig auch koordinieren.

Um die Besonderheiten des Maschinenbaus beim Aufbau internationaler Produktionsstätten aufzuzeigen, wird im Folgenden auf die Entwicklung in einzelnen Branchen eingegangen. Der Anteil der Beteiligungsgesellschaften an den Direktinvestitionen im ausländischen *Fahrzeugbau* liegt, trotz ähnlicher Steigerung der Absolutwerte, erst bei 16,7%. Das bedeutet mithin, dass das hohe Wachstum bei den Direktinvestitionen in den ausländischen Fahrzeugbau im Vergleich zum Maschinenbau in erster Linie aus den Investitionen des deutschen Fahrzeugbaus resultiert. Dennoch werden die Unterschiede zwischen diesen beiden Branchen des Verarbeitenden Gewerbes wieder ein wenig relativiert, wenn man beachtet, dass bei den Investitionsobjekten der deutschen Fahrzeugbauer neben den Investitionen in Produktion und Vertrieb[1] auch noch die Rubrik ‚Sonstige Finanzierungsinstitutionen' eine gewichtige Rolle spielt: Sie haben in einem zunehmendem Umfang in Leasingfirmen und andere Finanzunternehmen im Ausland investiert, um den Absatz ihrer Fahrzeuge mit modernen Formen der Kauffinanzierung zu forcieren. Im Maschinenbau hingegen sind diese Aktivitäten von Direktinvestitionen nicht sehr verbreitet. Im Wesentlichen lässt sich der überproportionale Zuwachs

[1] Investitionen in den Rubriken ‚Fahrzeugbau' und ‚Handel'

Abbildung 5.3

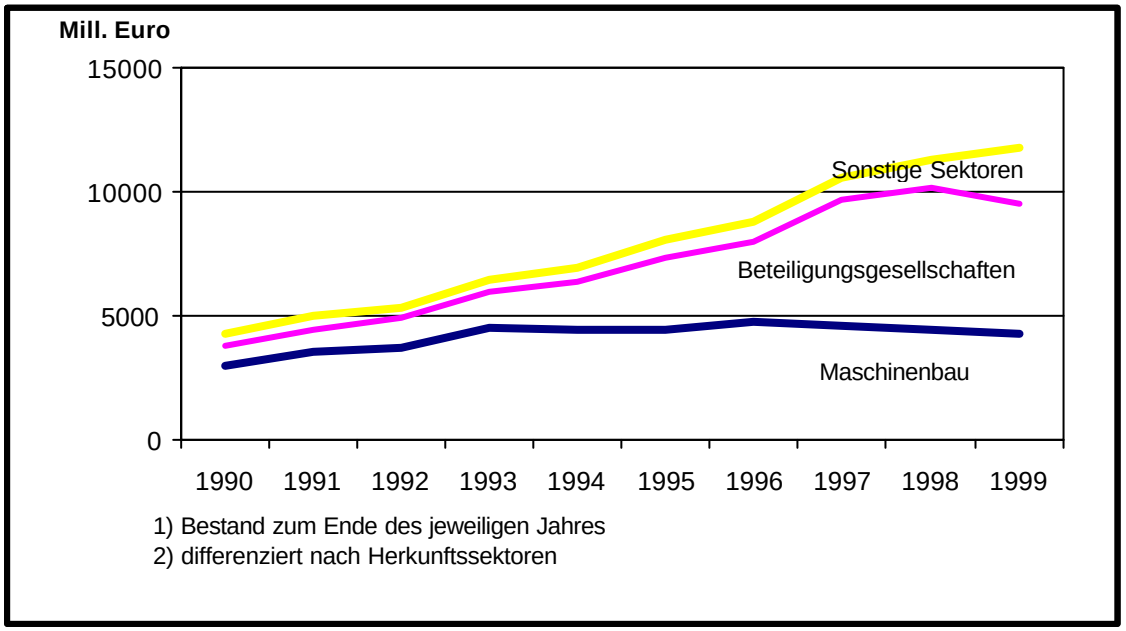
Direktinvestitionen[1] der Unternehmen des deutschen Maschinenbaus



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Abbildung 5.4

Investitionen[1] deutscher Unternehmen[2] im ausländischen Maschinenbau



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

im Fahrzeugbau also aus der Daimler-Chrysler-Fusion[1] einerseits und aus dem großen Wachstum bei den Beständen in der Branche der ‚Übrigen Finanzierungsinstitutionen' andererseits erklären[2]. Im Vergleich zum Maschinenbau spielen Unternehmenszusammenschlüsse und Beteiligungen eine herausragende Rolle, die zu entsprechend großen grenzüberschreitenden Finanztransaktionen führen.

Die Direktinvestitionsbestände in der ausländischen Elektrotechnik[3] sind in allen Bereichen fast gleichmäßig angewachsen. Auch hier spielt der Sektor ‚Sonstige Finanzierungsinstitutionen' als Zielsektor für die Investitionen eine Rolle, allerdings bei weitem nicht in dem Ausmaß, wie bei den Direktinvestitionen des Fahrzeugbaus[4]. Als Herkunftsbranche in Deutschland nehmen auch hier - wie im Maschinenbau - die Beteiligungsgesellschaften an Bedeutung zu[5].

Nach der Beschreibung der Direktinvestitionsbestände wird noch auf die Nettodirektinvestitionen[6] eingegangen, um die aktuelle jährliche Entwicklung in den letzten Jahren aufzuzeigen. Seit Mitte der 90er Jahre haben diese Kapitalflüsse in allen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes eine deutliche Steigerung erfahren. Im Maschinenbau wurden zu Beginn der 90er Jahre zwischen 500 Mill. und 1 Mrd. Euro jährlich netto im Ausland investiert, während es in den letzten 4 Jahren stets mehr als 1,5 Mrd. Euro waren (Abb. 5.5). Die Zunahme der Nettodirektinvestitionen hob sich damit deutlich von der Entwicklung der Produktion im deutschen Maschinenbau ab (vgl. Abb. 5.1).

---

[1] Bestandserhöhung in USA in Branchen ‚Fahrzeugbau' und ‚Handel' von Ende 1997 auf Ende 1998 +200% oder +26,3 Mrd. Euro

[2] Bestandserhöhung 1996 bis 1999 +260% oder +7,25 Mrd. DM (dies ist vor allem auf eine starke einmalige Zunahme in den Industrieländern zurück zu führen)

[3] Im Folgenden wird der alte Begriff ‚Elektrotechnik' zur Bezeichnung der Div. 31 der NACE verwendet, obwohl es seit der Neugliederung der Brancheneinteilung im Jahr 1995 korrekt heißen müsste: ‚Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung, u.ä.'; mit der Neueinteilung wurden dieser Branche die Elektrohaushaltsgeräte (zu Div. 29), die Nachrichtentechnik (inkl. Rundfunk, TV-Geräte → neue Div. 32) und die Medizin. Geräte (zu Div. 33) ausgegliedert

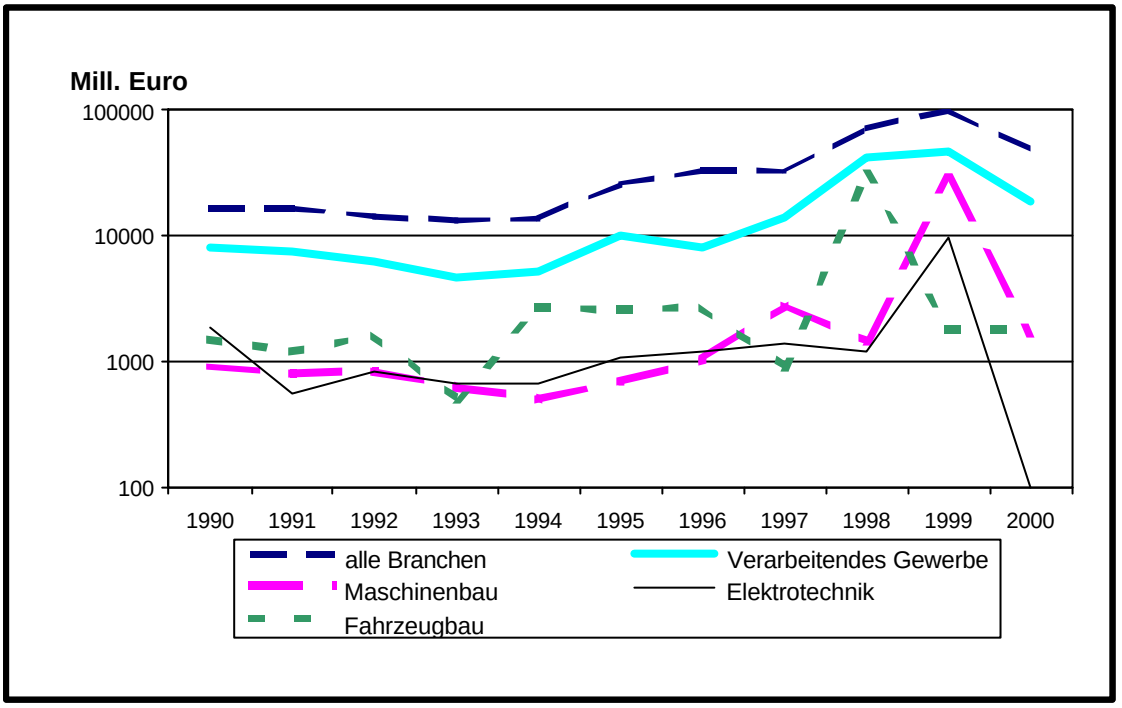
[4] Im Fahrzeugbau beträgt der Anteil der ‚Sonst. Finanzierungsinstitutionen' 1999 knapp 40% aller deutschen Direktinvestitionen in den Fahrzeugbau, in der Elektrotechnik lediglich 11%, im Maschinenbau 3%.

[5] Anteil an Investitionen in der ausländischen Elektrotechnik von 8% (1996) auf 24% (1999) gestiegen

[6] Nettodirektinvestitionen sind: Kapitalabflüsse (Bruttodirektinvestitionen) minus Kapitalzuflüsse (Liquidationen); als Direktinvestition werden erfasst: Beteiligungskapital, innerbetriebliche Kredite und Sonstiges (Kapitalflüsse durch Lizenzen, Grunderwerb).

Abbildung 5.5

Nettodirektinvestitionen nach Wirtschaftszweigen



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Parallel zur Zunahme der Saldenwerte haben auch die jährlichen Schwankungen erheblich zugenommen – Übernahmen ziehen die Nettodirektinvestitionen stark nach oben oder bei Verkauf als Desinvestitionen nach unten. Ein Extremfall in der Branche ‚Maschinenbau' war der Kauf des Telekommunikationsunternehmens ‚Orange Plc.' durch die ‚Mannesmann AG' - in der Statistik damals als Maschinenbauunternehmen gewertet - im Jahre 1999. Als Saldo stand in diesem Jahr ein Kapitalabfluss von 26,6 Mrd. Euro nach Großbritannien zu Buche, über alle anderen Staaten betrug der Saldo dagegen „nur" 2,3 Mrd. Euro. Aber selbst dieser Wert ist, wie auch der für 1997, sehr viel höher als die Werte aus früheren Jahren.

Ganz ähnlich stellt sich die Entwicklung der Nettodirektinvestitionen auch in anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes dar. Im Fahrzeugbau beispielsweise verursachte die Fusion von Daimler-Benz mit Chrysler 1998 einen enormen Nettokapitaltransfer in die USA, der die Nettodirektinvestitionen in diesem Jahr weit über das übliche Maß hinaus bewegte. Ein Extrem in die andere Richtung zeigt die Elektrotechnik für das Jahr 2000: hier waren die Rück-

flüsse an Kapital aus dem Ausland größer als der Abfluss, die Nettodirektinvestitionen als Saldo mithin negativ, nämlich -1.176 Mill. Euro[1].

5.2 Deutsche Beteiligungen im Maschinenbau des Auslands wachsen schneller als der inländische Maschinenbau

Bereits im vorherigen Unterkapitel war erkennbar, dass die Direktinvestitionen des Maschinenbaus zwar im Branchenvergleich nicht überdurchschnittlich expandierten, in den letzten 10 Jahren dennoch eine deutliche Steigerung erfahren haben. Im Folgenden wird gezeigt, dass parallel zu dieser Feststellung die Entwicklung des mit deutschem Kapital ausgestatteten Maschinenbaus an ausländischen Standorten weitaus dynamischer verlief als im Inland.

Dies zeigt der Vergleich der Nettodirektinvestitionen mit den Bruttoanlageinvestitionen des deutschen Maschinenbaus auf (Abb. 5.6). Hierzu ist anzumerken, dass bei Nettodirektinvestitionen (NDI) häufig der Tausch von Besitztiteln oder der Kauf von Unternehmen bzw. Unternehmensanteilen im Vordergrund steht, die im Maschinenbau keine dem Fahrzeugbau vergleichbare Bedeutung besitzt. Nur Direktinvestitionen, die ein ‚greenfield investment' darstellen, sind in wesentlichen Teilen inhaltlich einer Bruttoanlageinvestition vergleichbar. Darüber hinaus spielt bei Direktinvestitionen der Ausbau der Vertriebskapazitäten eine bedeutende Rolle, während bei Bruttoanlageinvestitionen der Ausbau oder die Erneuerung von Fertigungskapazitäten im Vordergrund stehen. Allerdings ist ein Vergleich nur dann sinnvoll, wenn gezeigt werden soll, wie Unternehmen ihre zur Umsetzung strategischer Ziele zur Verfügung stehenden Budgets verwenden. Insofern ist die Verteilung des Einsatzes der Mittel des deutschen Maschinenbaus für Bruttoanlageinvestitionen im Inland und Direktinvestitionen im Ausland ein wichtiger Indikator für Investitionsstrategien.

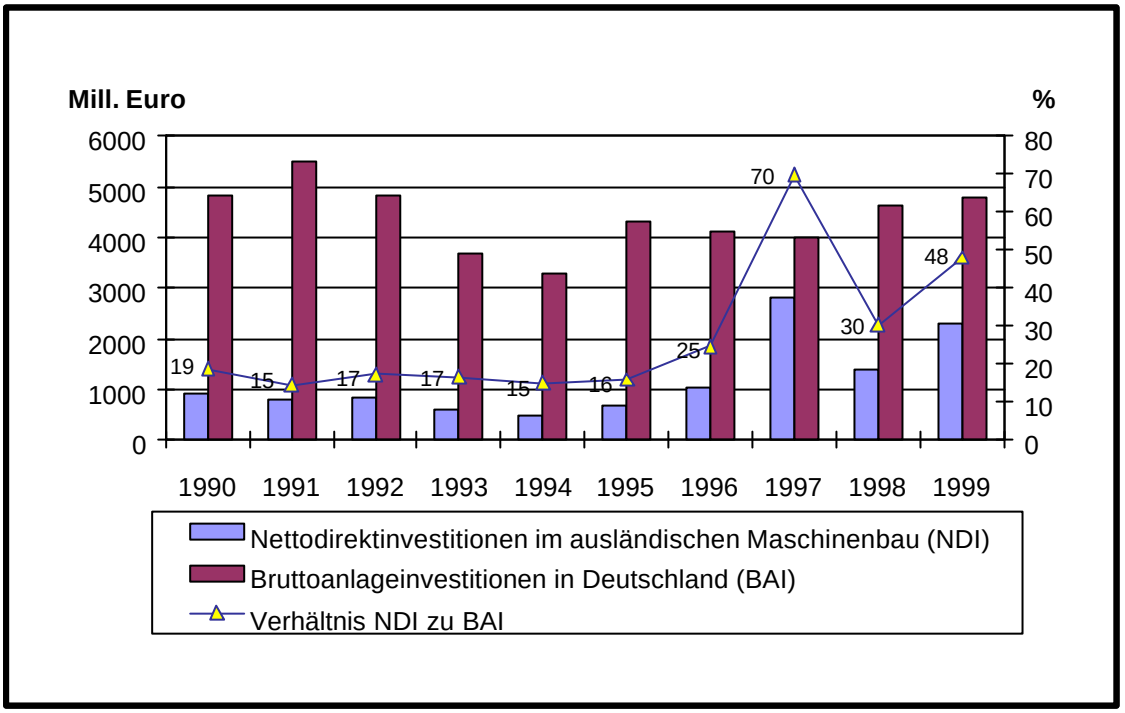
Bis 1995 kamen auf 1 DM, die im Ausland (netto) investiert wurde, im Schnitt 6 DM, die im Inland (brutto) für neue Anlagen aufgebracht wurden. Seitdem hat sich das Verhältnis stark angenähert: während die Bruttoanlageinvestitionen im Inland relativ stabil blieben, führte die steigende Tendenz bei den Nettodirektinvestitionen dazu, dass mittlerweile nur noch 2-4 DM Bruttoanlageinvestition auf 1 DM Nettodirektinvestition kommen. Das heißt, dass die Unternehmen des Maschinenbaus in den letzten Jahren, bei wenig gestiegener Aktivität in Deutschland, zunehmend Finanzmittel für Investitionen in ausländische Standorte, bzw. für Käufe von Unternehmen und Beteiligungen im Ausland verwenden.

---

[1] In der Elektrotechnik übertrafen 2000 die Rückflüsse die Abflüsse bei weitem. Der Saldo war somit negativ.

Abbildung 5.6

Nettodirektinvestitionen und Bruttoanlageinvestitionen des deutschen Maschinenbaus



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Während die Nettodirektinvestitionen als Kapitalflüsse gerade in den letzten Jahren aus den in Kap.5.1 angesprochenen Gründen starken Schwankungen unterlagen, geben die Umsatz- und die Beschäftigtenzahlen[1] einen aussagefähigeren Eindruck des Trends wieder. Sie untermauern die Aussage, dass der mit deutschem Kapital ausgestattete Maschinenbau im Ausland dynamischer gewachsen ist, als der Maschinenbau im Inland. Die vermehrten Investitionen im Ausland stehen im Zusammenhang mit einem entsprechenden Zuwachs der Umsätze der dortigen Unternehmen und Beteiligungen (Abb. 5.7). Während der Umsatz der im Inland angesiedelten Unternehmen seit 1986 von knapp 70 Mrd. Euro auf über 130 Mrd. Euro im Jahre 1999 gestiegen ist, haben sich die Umsätze der Maschinenbauunternehmen im Ausland, an denen maßgebliche deutsche Beteiligungen bestehen, im gleichen Zeitraum von 10 Mrd. Euro auf 33 Mrd. Euro mehr als verdreifacht. Das bedeutet, dass auf 1 DM Umsatz an ausländischen Standorten heute noch 4 DM Umsatz der inländischen Standorte kommen, während es 1986

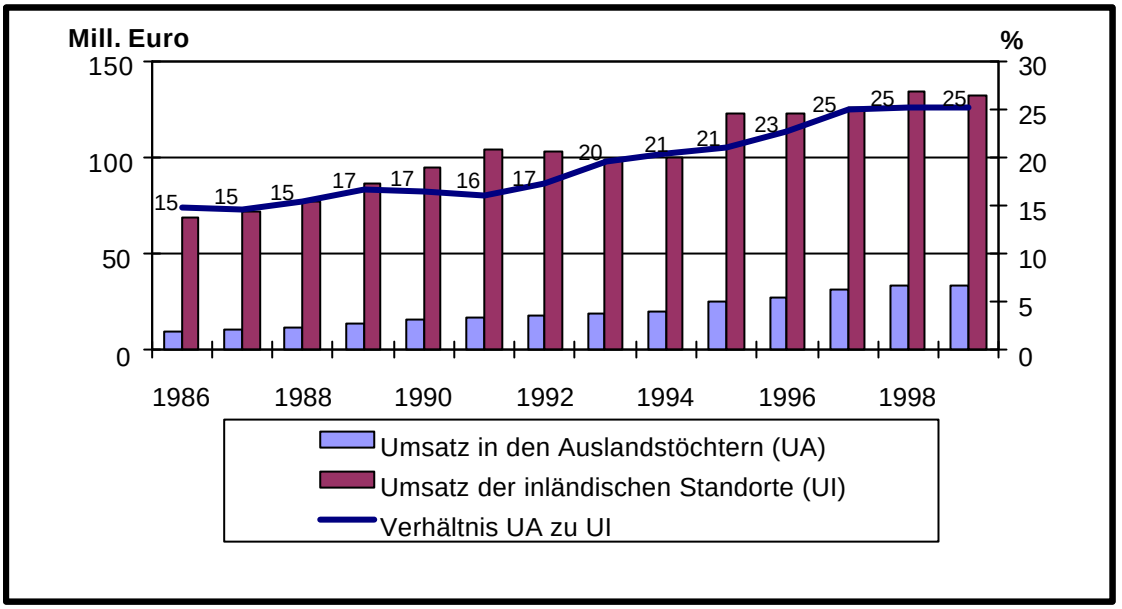
[1] Diese Zahlen repräsentieren den Umsatz bzw. Beschäftigtenzahl von ausländischen Maschinenbauunternehmen, an denen deutsche Unternehmen beteiligt sind. Es wurde bereits dargestellt, dass diese deutschen Unternehmen fast ausschließlich aus dem Maschinenbau oder aber der ‚Branche' der Beteiligungsgesellschaften kommen. Letztere sind zumeist auf den Maschinenbau spezialisierte Holdings, so dass eine Vergleichbarkeit mit dem inländischen Maschinenbau gegeben ist.

noch 7 DM waren. Bei dieser Betrachtung ist anzumerken, dass eine exakte Berechnung eine Konsolidierung erfordern würde, da es sich bei den Umsätzen an den ausländischen Standorten zu einem nicht unwesentlichen Teil um innerbetriebliche bzw. konzerninterne Lieferungen handeln dürfte.

Moderater verlief der Anstieg bei den Beschäftigtenzahlen (Abb. 5.8). Hier stieg die Zahl der in Betrieben mit deutscher Beteiligung im Ausland Beschäftigten von 133.000 (1986) auf 226.000 im Jahre 1999 an, eine annähernde Verdopplung innerhalb von 13 Jahren gegenüber der Verdreifachung der Umsätze. Wenn dieser Anstieg aber in Relation gesetzt wird zur Entwicklung der Beschäftigung im inländischen Maschinenbau, so zeigt sich eine ähnlich Differenz der Entwicklungsdynamik wie bei den Umsätzen. Denn durch den hohen Rationalisierungsdruck wurden in Deutschland trotz positiver wirtschaftlicher Entwicklung im Maschinenbau zwischen 1986 und 1999, mit Ausnahme der Hochkonjunkturphase zu Beginn der 90er Jahre, keine neuen Arbeitsplätze geschaffen, die Anzahl pendelt um 970.000 Beschäftigte. Entsprechend stark hat sich das Verhältnis zwischen Inlands- und Auslandsbeschäftigten der Unternehmen des deutschen Maschinenbaus zu Gunsten des Auslands verschoben: Wurde durch deutsches Kapital 1986 nur jeder Achte im ausländischen Maschinenbau beschäftigt, so war es 1999 schon fast jeder fünfte Beschäftigte.

Abbildung 5.7

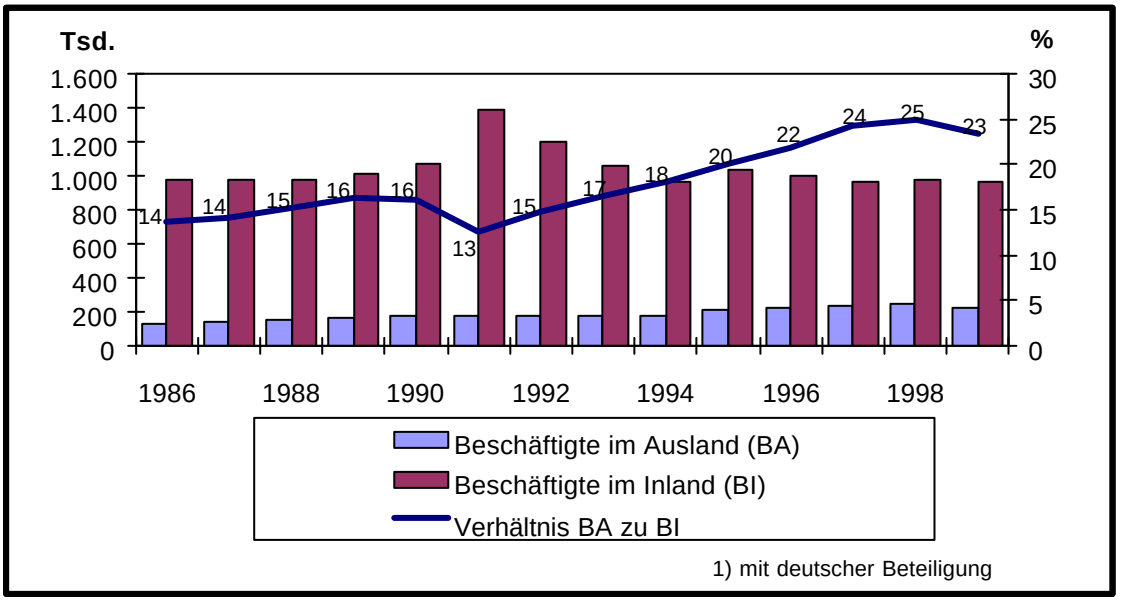
Umsatz des deutschen Maschinenbaus bei inländischen Gesellschaften und Auslandstöchtern



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Abbildung 5.8

Beschäftigte im inländischen und im ausländischen Maschinenbau[1]



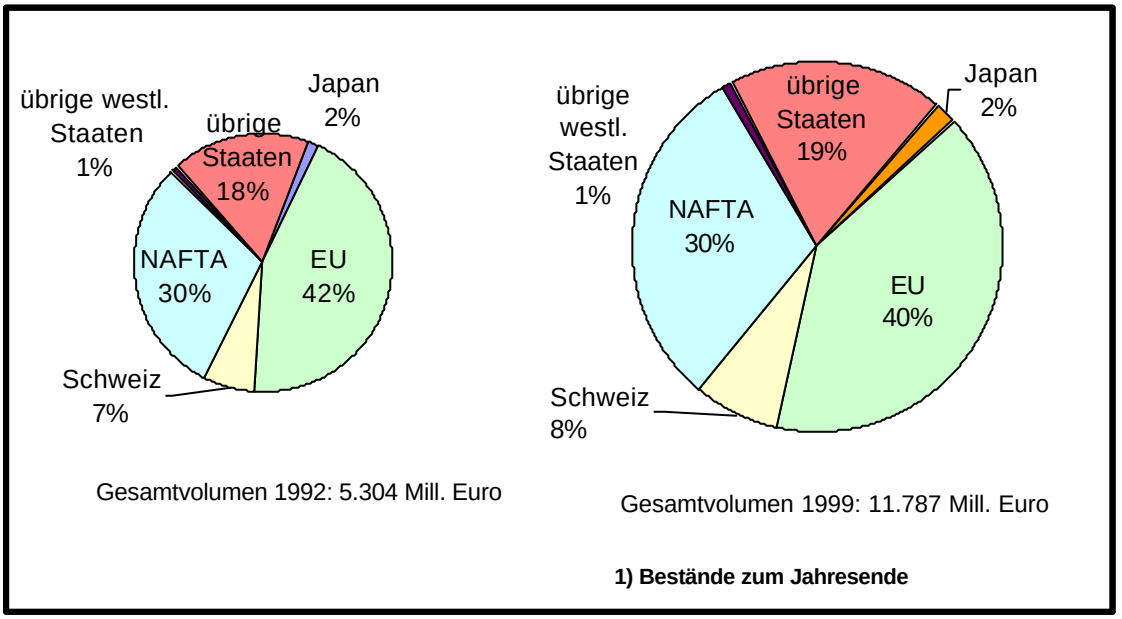
Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

5.3 Herausragende Bedeutung der Industrieländer als Zielregion der Direktinvestitionen

In der regionalen Verteilung der Direktinvestitionen haben sich im Zeitraum von 1992 bis 1999 keine großen Veränderungen ergeben, wenn allein die großen Wirtschaftsregionen, wie sie in Abbildung 5.9 definiert sind, betrachtet werden. Dies ist umso bemerkenswerter, wenn man bedenkt, dass in diesem Zeitraum die Direktinvestitionen durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet waren, die sich eben auch in einer starken Erhöhung der Bestände niederschlägt. Dies gilt insbesondere für die Betrachtung der deutschen Bestände im ausländischen Maschinenbau[1], die sich von 1992 bis 1999 mehr als verdoppelt haben.

Abbildung 5.9

Deutsche Direktinvestitionen[1] in den ausländischen Maschinenbau



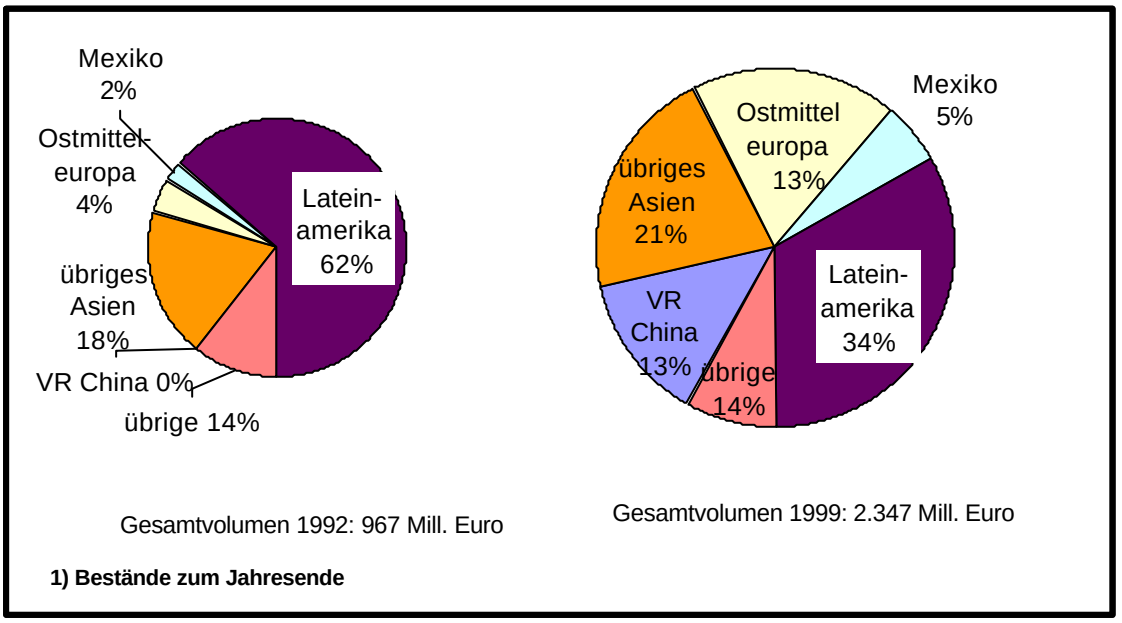
Quelle: Deutsche Bundesbank; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

[1] In der Folge werden ausschließlich die Branchen des Investitionsobjektes betrachtet. Damit treten die Beteiligungsgesellschaften als Branche der deutschen Investoren neben den Maschinenbau. Diese Darstellung erscheint sinnvoll, da, wie bereits in Kap. 3.1 erklärt, die Holdings zu wesentlichen Teilen dem Maschinenbau zuzurechnen sind und jener somit indirekt als Investor in Erscheinung tritt. Ganz generell sind die Unterschiede in der regionalen Verteilung zwischen den beiden Betrachtungsweisen gering – darauf wird im weiteren Text noch eingegangen.

Bei genauerer Betrachtung des Blocks der ‚übrigen Staaten'(Abb. 5.10) fallen allerdings nennenswerte Verschiebungen ins Auge. Ein nur geringer Zuwachs der Bestände – verursacht durch die Entwicklung in Brasilien – hat annähernd zu einer Halbierung des Anteils Lateinamerikas geführt, da im Betrachtungszeitraum andere Zielregionen stark an Bedeutung gewannen. Dies betrifft insbesondere die Transformationsstaaten. Seit 1992 - also kurz nach dem Zusammenbruch der sozialistischen Wirtschaftssystems - haben sich die deutschen Direktinvestitionsbestände im Maschinenbau Ostmitteleuropas (Polen, Tschechien, Slowakei und Ungarn) um das 8-fache von 37 Mill. Euro im Jahr 1992 auf nunmehr knapp 300 Mill. Euro und in der VR China von nahe Null[1] auf 311 Mill. Euro erhöht. Auch das übrige Asien (ohne Japan) konnte seinen Anteil von 18% (172 Mill. Euro) auf 21% (490 Mill. Euro) erhöhen. In Mexiko stiegen die Bestände um das Fünffache von 21 auf 129 Mill. Euro.

Abbildung 5.10

Deutsche Direktinvestitionen[1] in den Maschinenbau der Nicht-Industriestaaten



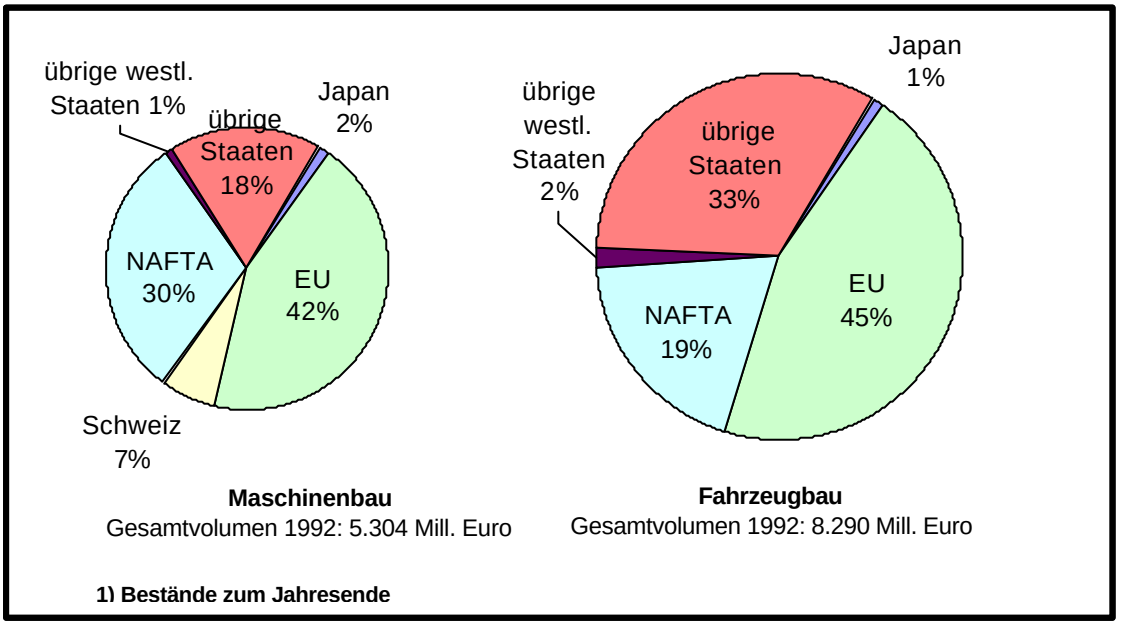
Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

[1] Für das Jahr 1992 genießt der Datenschutz Vorrang; der Wert dürfte aber einstellig gewesen sein, denn der erste verfügbare Wert von Ende 1993 beziffert den Direktinvestitionsbestand im chinesischen Maschinenbau auf lediglich 4 Mill. Euro.

Zum Vergleich wird der Fahrzeugbau herangezogen, der, wie in Kap.5.1 gezeigt wurde, hinsichtlich der Direktinvestitionen in den letzten 10 Jahren eine sehr dynamische Branche im Verarbeitenden Gewerbe war. Bei der regionalen Aufgliederung wird deutlich, dass die besondere Dynamik des Fahrzeugbaus sich auf die NAFTA konzentrierte und sich der Maschinenbau im Rest der Welt vergleichbar dynamisch zeigte (Abb. 5.11 und 5.12). Der Anteil der NAFTA an den Direktinvestitionen in der Branche Fahrzeugbau stieg zwischen 1992 und 1999 von 19% auf 62% oder von 1,6 Mrd. Euro auf 22,8 Mrd. Euro[1].

Abbildung 5.11

Deutsche Direktinvestitionen[1] in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1992

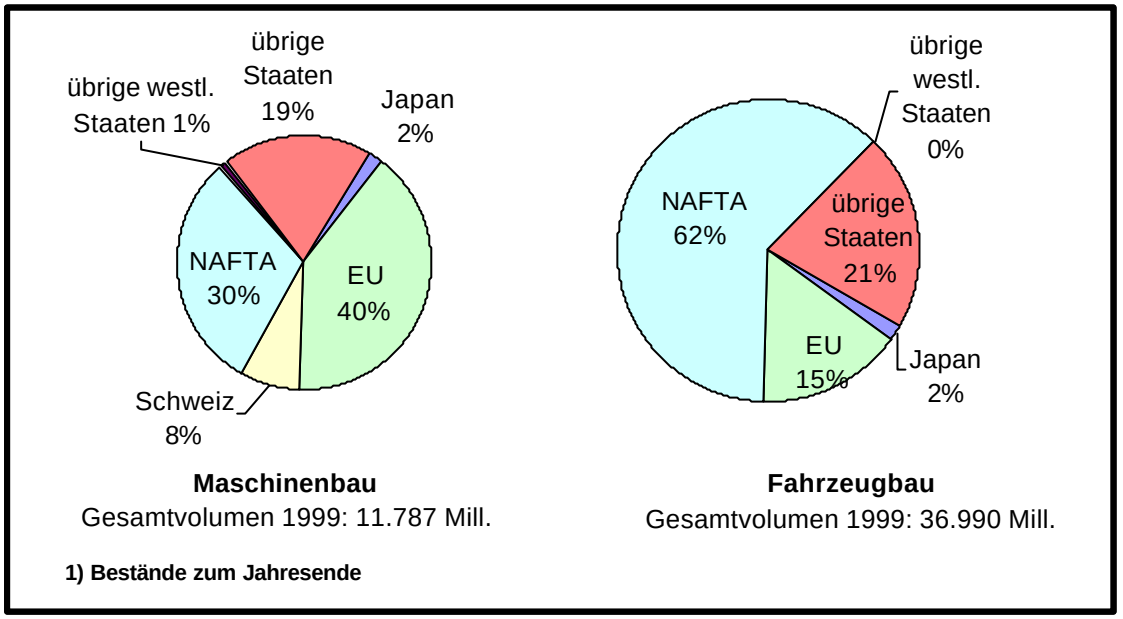


Quelle: Deutsche Bundesbank; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

[1] Hauptgrund hierfür dürfte die Fusion von Daimler-Benz mit Chrysler im Jahr 1998 sein; die Bestände in der NAFTA steigen von 4,8 Mrd. Euro Ende 1997 auf 17,9 Mrd. Euro Ende 1998.

Abbildung 5.12

Deutsche Direktinvestitionen[1] in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1992



Quelle: Deutsche Bundesbank, Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Entsprechend „moderater“ war die Zunahme der Direktinvestitionen des Fahrzeugbaus in andere Regionen: von 6,7 Mrd. Euro auf 14,2 Mrd. Euro (+212%), das liegt bei relativer Betrachtung sogar etwas unter der Entwicklung im Maschinenbau (von 3,7 auf 8,2 Mrd. Euro, +222%). Interessant dabei ist, dass der durch den starken Anstieg der Direktinvestitionsbestände in der NAFTA ausgelöste Anteilsrückgang der anderen Regionen die EU wesentlich stärker betrifft (von 45% auf nurmehr 15%) als die ‚übrigen Staaten‘ (von 33% auf 21%). Das bedeutet auch, dass die Nicht-Industriestaaten als Zielländer im Fahrzeugbau stärker als im Maschinenbau zugelegt haben: um das Dreifache (von 3,2 auf 9,7 Mrd. Euro) im Vergleich zum Zweieinhalbfachen im Maschinenbau (0,9 auf 2,3 Mrd. Euro). Bei der regionalen Aufgliederung ist die Entwicklung der Direktinvestitionsbestände in beiden Branchen trotz der unterschiedlichen Volumina aber sehr ähnlich: Lateinamerika hat (angeführt von Brasilien) seit 1992 deutlich an Bedeutung verloren, während das gesondert ausgewiesene Mexiko als NAFTA-Mitgliedsstaat seinen Anteil sogar leicht ausbauen konnte (Abb. 5.13 und 5.14). Und in beiden Branchen steigt die Bedeutung Ostmitteleuropas und der VR China in diesem Zeitraum erheblich an, während das übrige Asien stagniert.

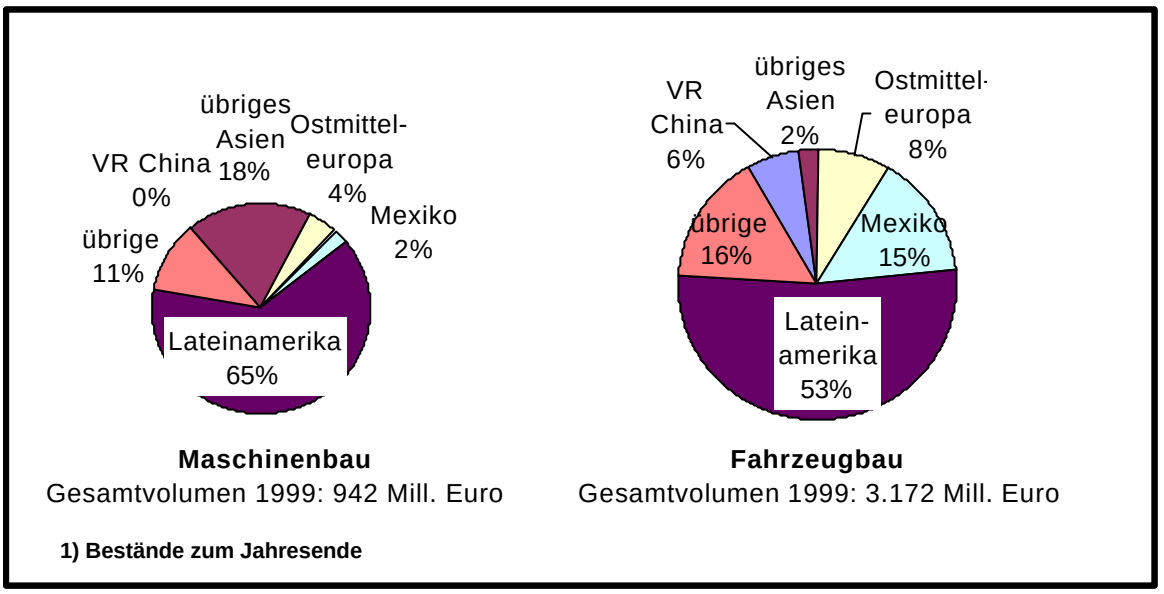
Im übrigen Verarbeitenden Gewerbes ohne Maschinen- oder Fahrzeugbau [1] verläuft die Entwicklung der Direktinvestitionsbestände recht ähnlich wie im Maschinenbau. Insgesamt ist die Entwicklung in den übrigen Branchen nicht wesentlich positiver (ein Plus von 145% gegenüber +122% im ausländischen Maschinenbau) und in der regionalen Verteilung zeigen sich nur wenige Unterschiede. Bemerkenswert ist, dass in diesen Branchen die Nicht-Industriestaaten stärker an Gewicht gewonnen haben als im Maschinenbau. Innerhalb der Nicht-Industriestaaten wurde in den 90er Jahren stärker in die übrigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes im Ausland in Ostmitteleuropa investiert, während die Direktinvestitionsbestände im Maschinenbau vergleichsweise stärker in der VR China und in Mexiko zulegten.

Bezüglich der regionalen Verteilung sind aber noch generelle Unterschiede erwähnenswert, die im Zeitverlauf konstant geblieben sind: Mexiko ebenso wie Lateinamerika spielen für Direktinvestitionen in die sonstigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes eine geringe Rolle. Vielmehr fließen hier die Direktinvestitionen deutscher Unternehmen verstärkt nach Ostmitteleuropa und in die übrigen Staaten (Balkan, GUS, Afrika), wobei die Bedeutung der Letzteren im Zeitverlauf von 1992 bis 1999 doch deutlich abgenommen hat.

[1] Die wichtigsten Branchen sind die Chemische Industrie, die Elektrotechnik, die Nahrungsmittelindustrie, die Kunststoffindustrie, die Metallindustrie und der Bergbau

Abbildung 5.13

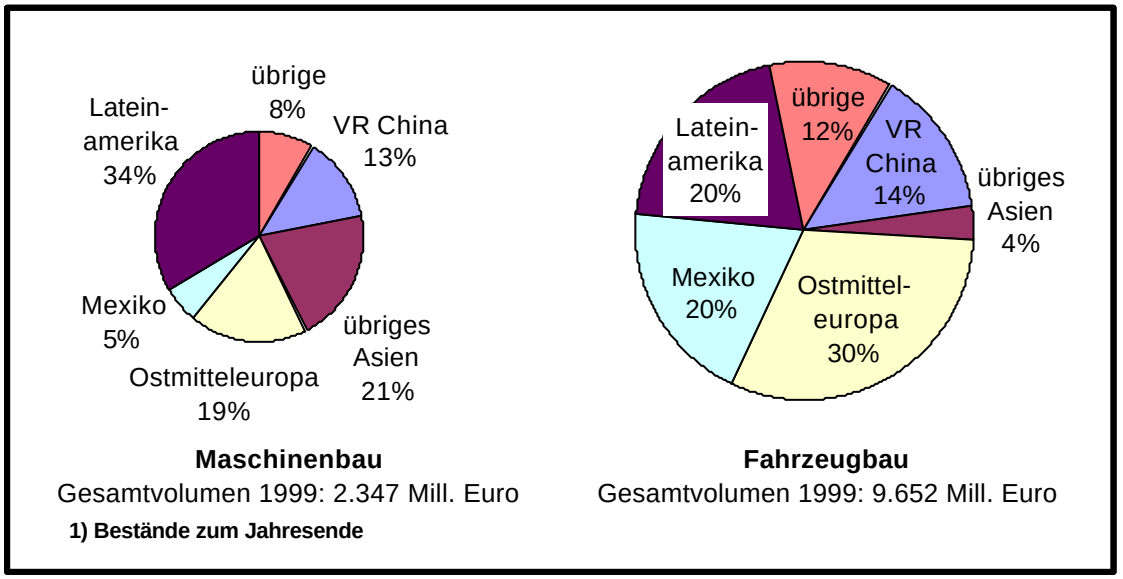
Deutsche Direktinvestitionen[1] in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1992



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Abbildung 5.14

Deutsche Direktinvestitionen[1] in den ausländischen Maschinenbau bzw. Fahrzeugbau im Jahre 1999



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Bislang wurden die deutschen Investitionen nach den Branchen in den verschiedenen Zielländern betrachtet. Diese Sichtweise wurde gewählt, um die zunehmenden Bedeutung von Beteiligungsgesellschaften für die Direktinvestitionen des Maschinenbaus im Ausland abzubilden. Dadurch hat sich mittlerweile ein merklicher Unterschied zwischen der Betrachtungsweise nach der Branche des Investors und der des Investitionsobjekts ergeben. Trotz dieser sich verstärkenden Divergenz zeigt sich ein ähnliches Muster in der regionalen Verteilung, wenn allein die Direktinvestitionen der deutschen Maschinenbauunternehmen betrachtet werden. Offensichtlich spielen die Beteiligungsgesellschaften bei den Direktinvestitionen in der NAFTA eine zunehmende Rolle, denn wenn allein die Maschinenbauunternehmen als Investoren betrachtet werden, beträgt der Anteil der NAFTA 1999 nur mehr 23% gegenüber 30% unter Einschluss der Beteiligungsgesellschaften. 1992 dagegen waren die Anteile noch fast identisch (29% und 30%).

Bei einer differenzierten Betrachtung der Nicht-Industriestaaten zeigen sich allerdings größere Unterschiede. Die Entwicklung der regionalen Verteilung ist zwar ähnlich der Betrachtung nach der Branche des Investitionsobjekts - Verluste für Lateinamerika/ übrige Staaten, Gewinne für Ostmitteleuropa/ VR China - doch zeigen sich andere Anteile: Lateinamerika (primär Brasilien) hat deutlich geringere Anteile, während Ostmitteleuropa als Investitionsziel der deutschen Maschinenbauunternehmen eine erheblich größere Bedeutung gewinnt. Hier liegt ein Sonderfall vor, denn die Unternehmen des deutschen Maschinenbaus haben in Ostmitteleuropa ganz erhebliche Direktinvestitionen in *andere* Branchen des Verarbeitenden Gewerbes als den Maschinenbau getätigt, und zwar kontinuierlich seit 1992.

5.4 Nettodirektinvestitionen zeigen aktuelle Trends auf

Die Nettodirektinvestitionen haben den Vorteil, dass sie die aktuelle Entwicklung klarer aufzeigen. Durch die Nichtbetrachtung der schon vorhandenen Direktinvestitionen werden Veränderungen der Ströme deutlicher sichtbar. Nachfolgend sollen die Kapitalabflüsse aus Deutschland der letzten fünf Jahre (1996-2000) [1] mit denen der Vorperiode (1991-1995) verglichen werden. Betrachtet werden dabei die Direktinvestitionen der deutschen Maschinenbauunternehmen.

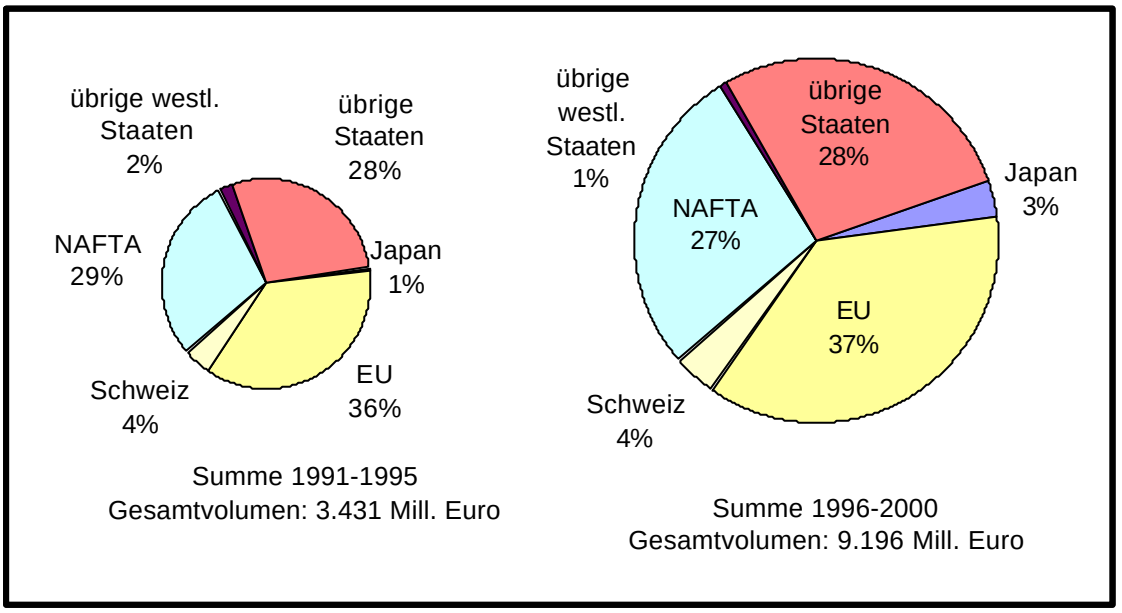
In der Grobgliederung haben sich dabei, ähnlich wie bei den Direktinvestitionsbeständen, im Vergleich der beiden Perioden nur wenige Unterschiede ergeben (Abb. 5.15). Allein Japan

[1] Die Addition der Werte für fünf Jahre hat den Vorteil, dass einzelne Ausreißer (vgl. Kap.5.1) integriert werden und somit Aussagen über die generelle Tendenz möglich sind, während gleichzeitig die Aktualität bei einem Zeitraum von fünf Jahren gewahrt bleibt. Der Wert für Großbritannien 1999 wurde wegen der starken Verzerrung durch den Kauf von ‚Orange' durch ‚Mannesmann' heraus gerechnet.

konnte als Zielland seinen in der ersten Hälfte der 90er Jahre äußerst niedrigen Anteil von 1% auf 3% in der zweiten Hälfte erhöhen. Bei einer genaueren Betrachtung des Blocks der ‚Übrigen', also der Nicht-Industriestaaten, treten allerdings wiederum deutliche Veränderungen zu Tage: in Ostmitteleuropa hat der deutsche Maschinenbau, nach sehr regen Investitionen in den ersten fünf Jahren nach der Wende, zwischen 1996 und 2000 wesentlich weniger investiert. Die Zielrichtung hat sich in diesem Zeitraum vielmehr auf Asien (ohne Japan) konzentriert und hier vor allem auf die VR China (Abb. 5.16). Der chinesische Anteil an den Nettodirektinvestitionen hat sich mehr als verdoppelt, der Asiens (ohne Japan) immerhin von 23% auf 42% erhöht.

Abbildung 5.15

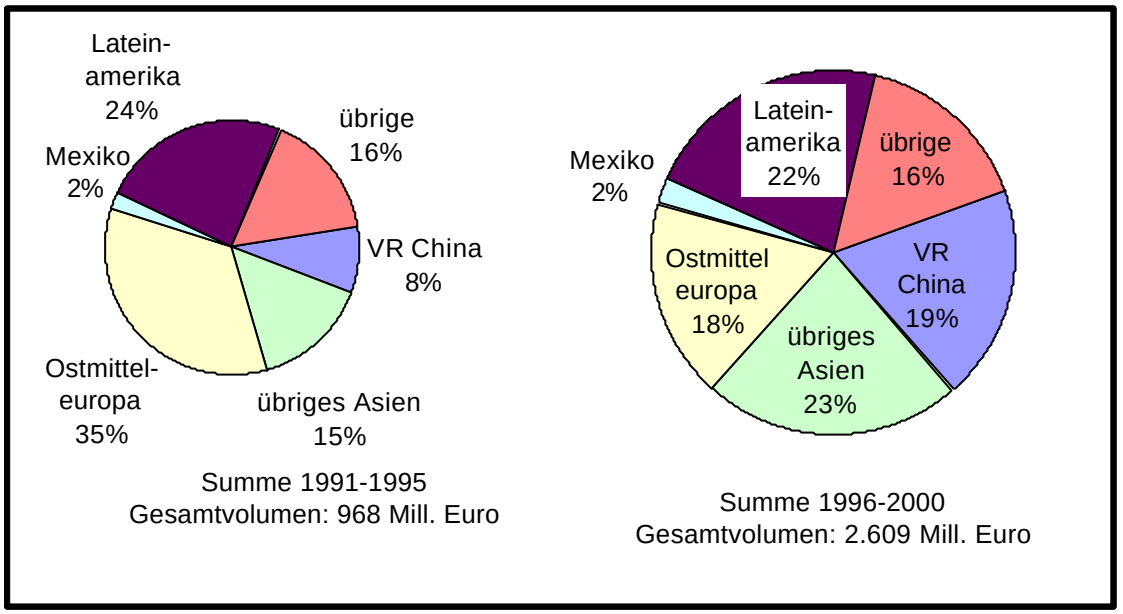
Nettodirektinvestitionen des deutschen Maschinenbaus



Quelle: Deutsche Bundesbank, Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Abbildung 5.16

Nettodirektinvestitionen des deutschen Maschinenbaus in Nicht-Industriestaaten



Quelle: Deutsche Bundesbank, Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

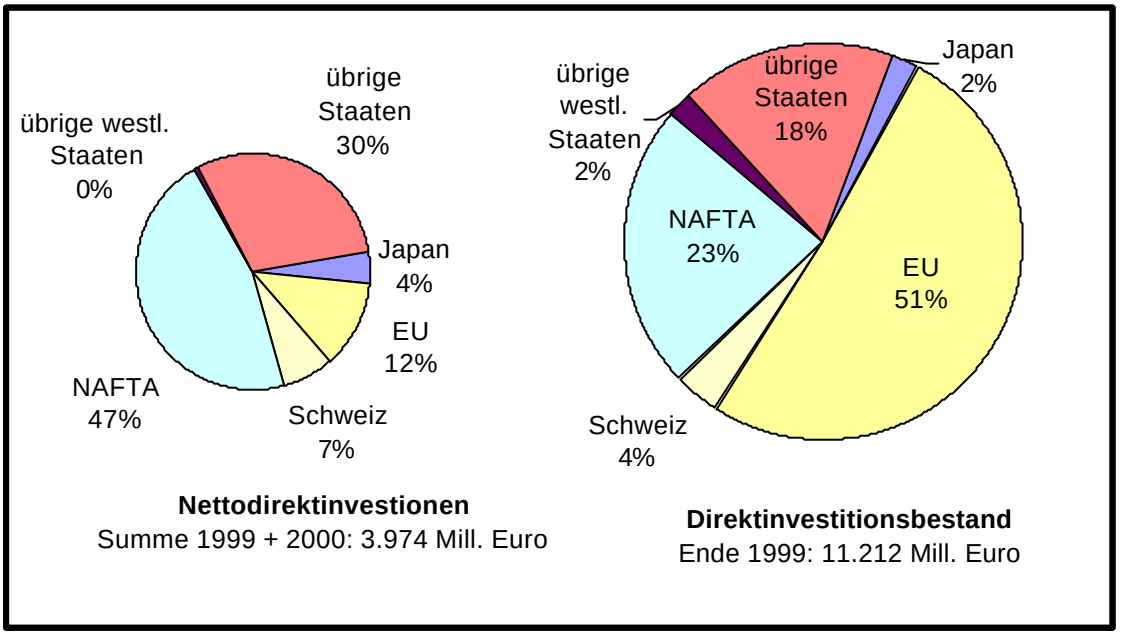
Die Nettodirektinvestitionen stehen zwar nicht in direktem Zusammenhang mit den Direktinvestitionsbeständen[1], jedoch führen hohe Anteilswerte bei den Nettodirektinvestitionen langfristig auch zu einem Anstieg des Anteils an den Direktinvestitionsbeständen. Dies zeigt sich bei den Nicht-Industriestaaten, deren Anteil an den Beständen von Ende 1991 bis Ende 1999 um knapp ein Drittel von 14% auf nunmehr 18% Prozent gestiegen ist. Noch deutlicher haben sich die hohen Nettodirektinvestitionen in die VR China auf die Bestände ausgewirkt, die von ‚nicht berichtenswert' Ende 1991 auf 14% angestiegen sind. Andererseits hat Ostmitteleuropa bei den Nettodirektinvestitionen in den letzten fünf Jahren nicht nur an deutlich an Anteilen verloren, sondern sie liegen auch unter dem Anteil an Direktinvestitionsbeständen Ende 1999. Dass dies nach der starken Expansion in den 90er Jahren einen Rückgang (relativ zu anderen Regionen) bei den Beständen einläuten könnte, unterstreicht auch die Untersuchung am aktuellen Rand. In Abbildung 5.17 werden die Nettodirektinvestitionen allein der letzten beiden Jahre in Beziehung mit den Direktinvestitionsbeständen zum Jahresende 1999 gesetzt: Ostmitteleuropa lag dabei bei den Nettodirektinvestitionen 1999/2000 deutlich unter den mittlerweile erreichten Anteil an den Direktinvestitionsbeständen der Nicht-Industriestaaten. Wenn sich dieser Trend

[1] U.a. werden die reinvestierten Gewinne nicht unter die Nettodirektinvestitionen gerechnet, lassen aber die Bestände steigen; des weiteren können Bestände auch durch Wechselkursschwankungen steigen oder sinken.

fortsetzt, wird das Gewicht Ostmitteleuropas wieder abnehmen und sich zu Gunsten Asiens verlagern. Noch deutlicher gilt das für die EU: aus dem deutschen Maschinenbau flossen in den letzten beiden Jahren deutlich weniger Direktinvestitionen in die anderen EU-Staaten, als das gemäß dem Anteil an Direktinvestitionsbeständen zu erwarten gewesen wäre. Demgegenüber dürfte der Anteil der NAFTA und der Nicht-Industriestaaten in nächster Zukunft ansteigen.

Abbildung 5.17

Aktuelle Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus

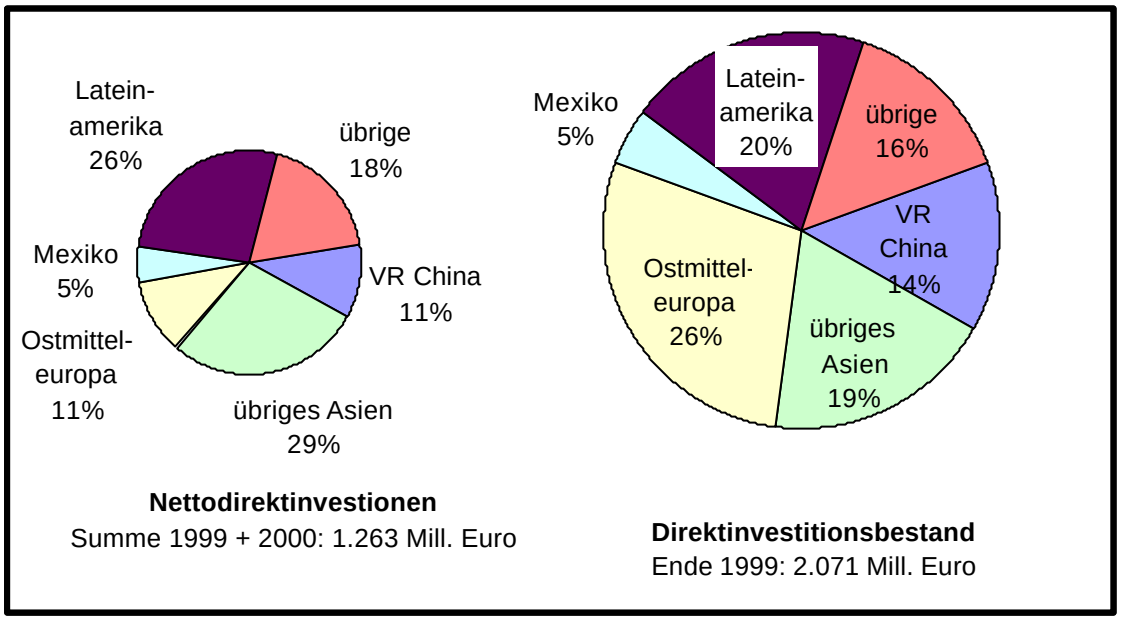


Quelle: Deutsche Bundesbank, Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Abbildung 5.18

Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus

in Nicht-Industriestaaten



Quelle: Deutsche Bundesbank, Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

5.5 Position Deutschlands auf dem Weltmarkt

In der Triade EU, USA und Japan werden schätzungsweise drei Viertel der Welt-Maschinenproduktion erbracht.[1] Der europäische Anteil an der Produktion in der Triade betrug im Jahr 1999 ca. 47%. Mit 20% entfällt fast die Hälfte des europäischen Anteils auf Deutschland. Japans Anteil beträgt 20%, die USA sind mit ca. 34% beteiligt. In den letzten zehn Jahren hat es eine bemerkenswerte Verschiebung dieser Anteile zu Lasten Japans und zu Gunsten der USA gegeben. Im Jahr 1990 lag der Produktionsanteil Japans noch bei 32% und der amerikanische bei 24%. Die EU und Deutschland zeichnen sich – an diesem Indikator gemessen – durch eine relativ hohe Stabilität aus. Ohne Zweifel bietet das unterschiedliche konjunkturelle Geschehen in diesen Regionen eine Erklärung für die Veränderung bei den Produktionsanteilen. Trotz einer generell starken Exportausrichtung der Branche bleiben die heimischen Märkte eine entscheidende Größe für die Produktion.

Für den Welthandel insgesamt als auch für den deutschen Außenhandel im Besonderen ist die Ausfuhr von Erzeugnissen des Maschinenbaus von erheblicher Bedeutung. Ihr Anteil am Welthandelsvolumen beträgt etwa ein Zehntel. Deutschland hatte im Jahr 1999 einen Anteil am Weltexportvolumen des Maschinenbaus von 23% und lag damit um jeweils 7 Prozentpunkte vor Japan und den USA. 53% der deutschen Produktion gehen ins Ausland. Wegen des größeren Inlandsmarktes ist das deutlich weniger als bei anderen europäischen Ländern (vgl. Tab. 5.2).

Tabelle 5.2

Exporte und Exportanteile ausgewählter Länder im Jahr 1999

Herkunftsland	Exporte nach Regionen		Exportanteil der Produktion nach Regionen	
	Welt	EU	in die EU	in die übrige Welt
	Mill. Euro a)		In% a)	
Deutschland	71.774	32.551	24,0	29,0
Frankreich	22.703	12.679	40,3	31,9
Italien	34.698	16.970	32,8	34,3
Vereinigtes Königreich	18.140	8.573	30,6	34,2
USA	49.918	11.058	5,0	17,7
Japan	50.629	9.336	7,4	32,5

a) Wechselkurs von 1995

Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

[1] Die Produktionswerte sind in Preisen von 1995 gemessen und auf EURO Basis bei Wechselkursen von 1995 berechnet.

Tabelle 5.3

Rangfolge der wichtigsten Lieferländer nach Maschinengruppen im Jahr 1999

Fachzweig/Maschinengruppe (Absteigend nach dem Exportvolumen geord-	Exporte (Mill. DM)	Rang 1		Rang 2		Rang 3	
		Land	%	Land	%	Land	%
Werkzeugmaschinen	44868,5	IT	25,3	TW	18,7	**DE**	8,7
Fördertechnik	43928,2	**DE**	20,1	US	17,5	JP	10,9
Maschinen für die Bauwirtschaft	42495,9	JP	18,0	US	17,7	**DE**	15,3
Armaturen	29534,5	IT	18,5	**DE**	17,1	US	16,0
Lufttechnische Einzelapparate	27480,9	US	24,3	**DE**	14,8	JP	11,5
Präzisionswerkzeuge	26550,2	**DE**	21,4	JP	21,0	US	8,9
Turbinen	25273,9	US	32,0	**DE**	19,2	GB	14,1
Kunststoff- und Gummimaschinen	22412,8	**DE**	23,2	JP	14,6	IT	13,2
Flüssigkeitspumpen	21995,0	**DE**	21,1	US	17,5	IT	12,2
Kältetechnik	21821,7	US	22,1	JP	18,6	IT	12,1
Druckereimaschinen	21735,8	**DE**	35,9	JP	13,0	US	10,1
Verfahrenstechnische Maschinen und Appara-	19641,5	US	19,7	**DE**	17,7	JP	12,9
Textilmaschinen	19578,5	**DE**	30,1	JP	16,4	IT	13,8
Landmaschinen	19387,5	US	23,8	**DE**	19,5	IT	12,6
Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik	18082,8	**DE**	16,9	US	16,3	IT	14,8
Wälzlager	17617,9	JP	23,1	**DE**	19,7	US	10,0
Verbrennungsmotoren	17445,9	JP	37,0	US	22,3	**DE**	11,3
Verpackungsmaschinen	16481,7	**DE**	31,2	IT	25,2	US	9,2
Bergbaumaschinen	15474,7	US	56,7	GB	9,5	FR	4,0
Oberflächentechnik	13222,2	US	57,6	JP	11,1	**DE**	9,2
Baustoffmaschinen	11941,6	IT	19,2	**DE**	17,7	US	16,3
Holzbearbeitungsmaschinen	11803,4	**DE**	29,2	IT	21,7	TW	11,6
Traktoren	11654,5	GB	23,3	**DE**	18,0	IT	15,6
Zahnräder und Getriebe	10620,1	**DE**	28,7	JP	17,5	IT	11,8
Kupplungen, Gleitlager, sonstige Antriebsele-	10499,2	**DE**	26,5	JP	16,8	US	13,8
Ölhydraulik und Pneumatik	10403,7	**DE**	36,1	US	12,3	JP	10,7
Industrieöfen, Brenner und Feuerungen	8468,3	**DE**	20,8	US	19,5	IT	15,4
Papierverarbeitungsmaschinen	7473,1	**DE**	27,5	CH	15,6	IT	10,5
Verwandte Gebiete der Nahrungsmittelindust-	7466,4	**DE**	23,5	IT	17,6	US	15,9
Nahrungsmittelmaschinen	7213,8	IT	19,8	**DE**	17,4	US	10,2
Papierherstellung- u. zurichtungsmaschinen	6144,3	**DE**	23,0	FI	15,5	US	11,0
Hütten- und –walzwerkeinrichtungen	5797,7	**DE**	29,6	IT	19,8	JP	11,1
Aufzüge und Fahrtreppen	5739,0	**DE**	17,1	IT	16,2	JP	12,4
Näh- und Bekleidungsmaschinen	5026,2	JP	31,0	TW	18,4	**DE**	17,9
Wäscherei- und Chemiereinigungsmaschinen	3612,4	IT	22,2	US	20,3	KR	14,8
Prüfmaschinen	3529,4	US	35,7	**DE**	24,9	GB	13,2
Drucklufttechnik	3487,1	US	19,7	**DE**	15,3	JP	13,9
Trocknungstechnik	3032,6	**DE**	28,5	US	16,3	IT	9,8
Gießereimaschinen	2945,2	JP	16,7	US	15,7	TW	14,6
Waagen	2684,1	**DE**	27,7	JP	13,2	US	11,0
Sonstige Kraftmaschinen	2190,2	DK	56,7	US	20,1	JP	8,5
Reinigungssysteme	1423,0	**DE**	31,3	US	25,8	IT	19,1
Maschinen für die Schuh- und Lederindustrie	1307,9	IT	25,3	TW	18,7	**DE**	8,7
Feuerwehrgeräte	1292,1	US	28,2	**DE**	16,6	AT	13,7
Schweißtechnik (ohne elektrische)	901,9	US	42,6	**DE**	14,3	JP	6,3
Geldschränke und Tresoranlagen	414,9	IT	17,8	KR	11,9	**DE**	11,5
Maschinenbau	**706131,2**	**DE**	**20,1**	**US**	**17,3**	**JP**	**14,3**

DE = Deutschland, DK = Dänemark, FI = Finnland, FR = Frankreich, GB = Großbritannien, IT = Italien , JP = Japan, KR = Südkorea, TW = Taiwan, US = USA,

Quelle: VDMA Statistisches Handbuch für den Maschinenbau 2001, Berechnungen des ifo Instituts.

Bildet man eine Rangfolge der weltweit wichtigsten Maschinenlieferländer nach Maschinengruppen, dann nahm Deutschland im Jahr 1999 in 21 Gruppen, die USA in 11, Italien in 7und Japan in 5 Gruppen den ersten Rang ein (vgl. Tab.5.3). Zehn Jahre zuvor, im Jahr 1989, war die nach Maschinengruppen differenziert Stellung des deutschen Maschinenbaus auf den Weltmärkten noch ausgeprägter. Damals waren die deutschen Welthandelsanteile in 29 Gruppen am höchsten, gefolgt von den USA (8) und Japan (5).

Im Intra-EU-Handel ist Deutschland mit Abstand der Marktführer. Bezogen auf das Jahr 1999 stammten 32% der Exporte im europäischen Handel aus Deutschland. Der Exportanteil Italiens als zweitgrößtem Exporteur belief sich auf 16%; es folgten Frankreich mit 12% und das Vereinigte Königreich mit 8%.

Die Dominanz des deutschen Maschinenbaus auf dem Binnenmarkt ist besonders bei Maschinen für die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie, bei Druckmaschinen und Robotern, bei Pumpen und Kompressoren, bei Antriebselementen (Lager, Getriebe) und Werkzeugmaschinen u. a. ausgeprägt.[1] Die Maßstäbe bei Kälte- und Klimaanlagen (Frankreich), Ackerschleppern (Vereinigtes Königreich) und Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabakverarbeitung (Dänemark, Niederlande, Italien) werden im Binnenmarkt von anderen Ländern eingenommen (vgl. Uhlig, Kriegbaum 2001: 54).

5.6 Tendenzen im internationalen Handel

5.6.1 Messkonzepte

Analysen der internationalen Wettbewerbsfähigkeit einzelner Sektoren einer Volkswirtschaft beruhen häufig auf dem Konzept des *Revealed Comparative Advantage* (RCA). Dem Konzept liegt die Vorstellung zugrunde, dass Länder bei optimaler Faktorallokation und freiem Handel diejenigen Güter exportieren (importieren), bei deren Produktion sie komparative Kostenvorteile (Kostennachteile) besitzen.[2] Der RCA wird üblicherweise gebildet, indem spezifische Relationen von Exporten und Importen eines Gutes i mit den gesamten Exporten und Importen verglichen werden. Somit wird festgestellt, welche Position Gut i im Vergleich zum gesamten Handel des Landes einnimmt. Die Berechnungsformel lautet wie folgt:

---

[1] Die Bezugsgröße für die Stärke ist die sektorale Struktur des gesamten Intrahandels. An ihr werden die nationalen Strukturen der Maschinenlieferungen gemessen.

[2] Bei der Berechnungen auf Basis des Konzepts kann es dann zu Verzerrungen kommen, wenn der Welthandel nicht frei und ungehindert ist.

$$RCA_{ij} = \ln [(x_{ij}/m_{ij}) / (X_j/M_j)]$$

x_{ij} = Exporte des Gutes i in das Land j
m_{ij} =Importe des Gutes i in das Land j
X_j = gesamte Exporte in das Land j
M_j = gesamte Importe in das Land j

Nimmt der RCA einen Wert von größer (kleiner) Null in bezug auf Gut i (in vorliegenden Fall Güter des Maschinenbaus) an, dann hat das Untersuchungsland (im vorliegenden Fall Deutschland) gegenüber dem Land j einen komparativen Vorteil (Nachteil).

Da der Außenhandel nicht nur komparative Kostenvorteile, sondern auch Produktdifferenzierung und unterschiedliche Präferenzen der Nachfrager erklärt werden kann, müssen die Untersuchungen auf Basis der RCA-Indizes noch durch ein Maß für den inter- bzw intraindustriellen Handel ergänzt werden. Ein bekanntes Maß dafür stellt der Grubel-Lloyd-Index dar, der wie folgt definiert wird:

$$GL_{ij} = 1 - | x_{ij} - m_{ij} | / (x_{ij} + m_{ij})$$

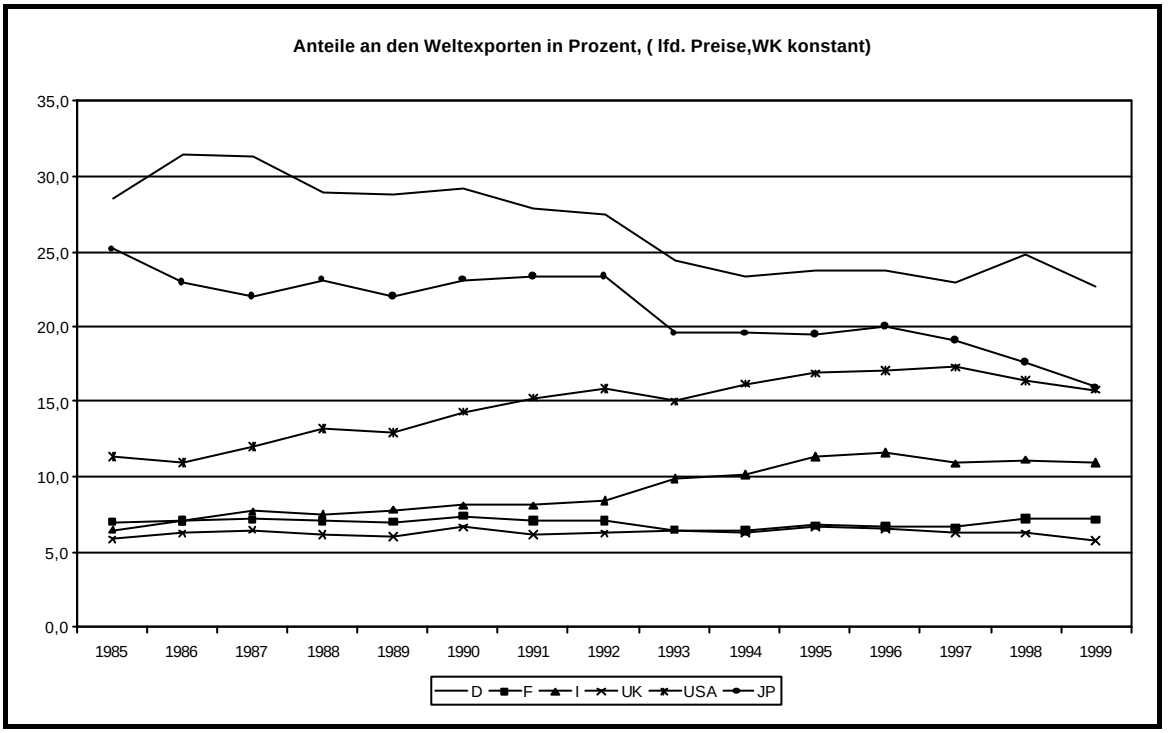
Der Grubel-Lloyed-Index ist zwischen Null und Eins normiert. Nimm der Index den Wert Eins an, dann liegt ein Maximum an intraindustriellem Handel zwischen dem Untersuchungsland und einem anderen Land j vor. Der Handel ist perfekt interindustriell, wenn der Index gleich Null ist.

5.6.2 Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus

Über eine längeren Zeitraum betrachte sind die Welthandelsanteile (Maschinenbauexporte) des deutschen Maschinenbaus zurückgegangen. In Abbildung 5.19 wird diese Entwicklung dargestellt. Der Länderbvergleich zeigt auch den relativ kontinuierlichen Anstieg des Anteils der USA und, seit 1992, die Anteilsgewinne Italiens. Das deutet auf eine Verschlechterung der Wettbewerbsposition Deutschlands gegenüber diesen Ländern hin. Italien hat seine Exportposition vor allem im Handel mit den anderen EU-Ländern verbessern können, die USA im Handel mit den Ländern außerhalb der EU. Die deutschen Exporte sind im EU-Handel stärker gesunken als im übrigen Welthandel.

Abbildung 5.19

Welthandelsanteile im Handel mit Maschinenbauerzeugnissen



Quelle: VDMA; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Japan, das mit seinem stark auf Serienmaschinen spezialisierten Angebot anderen Herstellungsländern das Fürchten lehrte, musste seit Anfang der neunziger Jahre deutliche Verluste bei den Welthandelsanteilen hinnehmen. Die preisliche Wettbewerbsfähigkeit Japans hat stark unter dem steigenden Yen-Kurs gelitten. Das zeigt, dass der Erfolg strategischer Entscheidungen zur Fokussierung der Geschäftstätigkeit von makroökonomischen Umfeldbedingungen abhängig sein kann, die sich der Einflussnahme durch das Unternehmen entziehen. Der deutsche Maschinenbau hat sich auf dem Pfad eines breiten, für viele unterschiedliche Anwendungen geeigneten Leistungsprogramms weiter bewegt. Die Maßnahmen zur Verbesserung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit können allerdings nicht zur Gänze überzeugen. An dem Erfolg bei der Optimierung der schwierige Kombination dieser beiden Faktoren – Spezifität und Preis – wird sich die weitere Entwicklung der Wettbewerbfähigkeit entscheiden.

Wie sich die komparative Wettbewerbsposition Deutschlands gegenüber den wichtigsten Konkurrenten und das Ausmaß des intraindustriellen Handels darstellen wird im Folgenden gezeigt.

Die RCA-Werte zeigen für Deutschland gegenüber vier Maschinenbauproduzenten komparative Wettbewerbsnachteile an. Diese Länder sind die Schweiz, Österreich, Japan und Italien. Mit Ausnahme Japans hat sich die komparative Wettbewerbslage im Zeitraum von 1991 bis 1999 verschlechtert (vgl. Tab. 5.4). Anders verhält es sich gegenüber den USA, wo der leicht negative RCA-Wert im Jahr 1991 über die Zeit positiv geworden ist und damit die komparativen Vorteile Deutschlands zugenommen haben.

Der deutsche Außenhandel mit den industrialisierten Volkswirtschaften ist überwiegend intraindustriell geprägt. Besonders stark ist der intraindustrielle Handel mit Italien, Dänemark, der Schweiz, Österreich und Tschechien. Der Handel vor allem mit Polen aber auch mit Ungarn ist stärker interindustrieller Natur. Diese Länder sind nicht so stark wie Tschechien in die Wertschöpfungskette deutscher Unternehmen eingegliedert (Lieferung von Komponenten und Maschinenteilen) und verfügen außerdem (noch nicht) über ausreichend Markenprodukte, die den Produkten anderer Hersteller auf dem deutschen Markt ausreichend Konkurrenz bieten könnten.

Die überwiegend intraindustrielle Natur des Maschinenbauhandels ist teilweise ein Resultat der Aggregation sehr unterschiedlicher Produktgruppen unter das Dach einer Branche. Aber selbst bei einer Disaggregation, die hier nicht vorgenommen werden kann, bleibt, wie Alecke u. a. (1999) gezeigt haben, der intraindustrielle Charakter des Handels mit Maschinenbauprodukten erhalten und ist Ausdruck einer intensiven internationalen Arbeitsteilung.

Tabelle 5.4

Indikatoren zum deutschen Maschinenaußenhandel[a)]

	GL[b)] 1999	Absolute Veränderung des GL gegenüber 1991	RCA[c)] 1999	Absolute Veränderung des RCA gegenüber 1991
Frankreich	0,69	-0,02	0,51	-0,05
Belgien-Luxemburg	0,82	0,27	0,44	-0,50
Niederlande	0,60	-0,19	1,29	0,66
Italien	1,00	0,07	-0,07	-0,14
Vereinigtes Königreich	0,65	-0,28	0,45	0,56
Dänemark	0,96	0,02	0,11	-0,09
Portugal	0,44	0,16	1,11	-0,51
Spanien	0,34	-0,19	1,12	0,54
Schweden	0,63	-0,31	0,66	0,65
Finnland	0,69	0,16	0,71	-0,24
Österreich	0,86	0,14	-0,10	-0,35
Norwegen	0,35	-0,16	1,69	0,61
Schweiz	0,93	-0,05	-0,44	-0,01
Polen	0,29	n.v.	1,56	n.v.
Tschechien	0,85	n.v.	0,31	n.v.
Ungarn	0,56	n.v.	1,09	n.v.
USA	0,42	-0,45	0,60	0,64
Japan	0,72	0,16	-0,08	0,21
Ostasiatische Schwellenländer	0,23	-0,66	2,18	1,61

a) Der Außenhandel des Maschinenbaus ist dem Statistischem Handbuch für den Maschinenbau (VDMA) entnommen. Die Angaben für die Werte des gesamten Handels entstammen dem „Direction of Trade Statistics Yearbook, IMF, zitiert im Statistischen Jahrbuch für das Ausland (StaBu).
b) Grubel-Lloyd-Index
c) Revealed Comparative Advantage

Quelle: VDMA, Statistisches Bundesamt (StaBu); Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

5.6.3 Außenhandel mit den Mittel- und Osteuropäischen Ländern

Der Situation des Maschinenbau in der Europäischen Union (EU) und speziell in Deutschland hatte sich durch die Öffnung der Grenzen und Märkte nach Mittel- und Osteuropa nachhaltig verändert. Mit der Öffnung traten neue Produzenten bzw. Konkurrenten auf den Märkten auf und es ergaben sich neue Absatzmärkte sowie erweiterte Möglichkeiten für die internationale Arbeitsteilung. Die anstehende Erweiterung der EU mit ihren bereits vollzogenen Anpassungs-

schritten bedeutet aller Voraussicht nach noch eine Vertiefung dieser durch die Grenzöffnung bereits eingeleiteten Veränderungen.

Die Privatisierung der Unternehmen, die Modernisierung veralteter Produktionsanlagen, der Zusammenbruch des RGW-Handels mit seinem System der Verrechnungspreise und die Liberalisierung des Außenhandels haben dazu geführt, dass sich der Handel der Beitrittsländern[1] mit Maschinenbauerzeugnissen stark auf die EU und darunter besonders auf die Bundesrepublik Deutschland ausgerichtet hat. Polen, Tschechien und Ungarn sind an erster Stelle zu nennen, wenn es um die Integration des mittel- und osteuropäischen Maschinenbaus in den Außenhandel der EU geht. In diese drei Länder zusammen gingen im Jahr 1998 ca. 53,8% aller EU-Exporte nach Mittel- und Osteuropa. Sie haben insgesamt ein Gewicht von 8,1% der EU-Maschinenausfuhren nach Drittländern (vgl. Tab. 5.5). Besonders für Deutschland, aber auch für Italien und Österreich sind die Beitrittsländer als Abnehmer von Maschinenbauprodukten zu immer wichtigeren Zielregionen geworden. Ca. 7,7% der deutschen Maschinenausfuhren gingen im Jahr 1998 nach Polen, Tschechien und Ungarn. Sollte der Beitritt der Kandidatenländer tatsächlich die erwarteten Wachstumseffekte auslösen, dann würden die notwendigen Modernisierungs- und Erweiterungsinvestitionen einen zusätzlichen – über die bisher durch Direktinvestitionen getriebenen Maschinenausfuhren - Impuls bekommen. Deutschland als Lieferland ist hierbei aufgrund der Nähe zu diesen Industrieregionen, den historischen Bindungen und der technologischen Spitzenposition in einer vorteilhaften Ausgangslage.

Der deutsche Maschinenaußenhandel mit den Mittel- und Osteuropäischen Ländern (MOEL) hatte in den neunziger Jahren beachtliche Zuwachsraten zu verzeichnen. Durchschnittliche sind von 1996 bis zum Jahr 2000 die Exporte in diese Region um 7,3% gestiegen. Die Zuwachsrate des Exporthandels mit Polen, Tschechien und Ungarn waren dabei im zweistelligen Bereich (vgl. Tab. 5.6). Deutlich stärker – allerdings von einem niedrigeren Niveau ausgehend – stiegen die Importe Deutschlands aus den MOEL. Daran zeigt sich, das die MOEL und vor allem die potentiellen Beitrittsländer Mitteleuropas nicht nur als Abnehmer, sondern auch als Produzenten und Lieferant von Produkten des Maschinenbaus zu beachten sind. Tschechien und Ungarn können auf eine lange Maschinenbau-Tradition zurückblicken und auch in Polen existiert eine ausgebaute Maschinenbaubranche. Im Jahr 1998 exportierten diese drei Länder für 3,2 Mill. ECU Maschinenbauerzeugnisse in die EU, das waren ca. 36% des Wertes den

[1] Estland, Polen, Slowenien, Tschechien und Ungarn. Zypern als weiteres Beitrittsland hier wird nicht berücksichtigt.

sie aus der EU importierten. Der vergleichbare Anteil für den deutschen Aussenhandel (1998) lag etwas höher bei ca. 40%.

Tabelle 5.5

Maschinenaußenhandel der EU und Deutschlands mit mittel- und osteuropäischen Ländern, 1998
- Anteile in Prozent -

Handelspartner (Export nach/ Import von)	Europäische Union		Deutschland			
					Anteile am EU-Handel	
	Export	Import	Export	Import	Export	Import
Polen	4,0	1,7	3,6	1,6	50,8	50,1
Tschechien	2,3	3,7	2,4	4,4	60,1	64,2
Slowakei	0,7	0,7	0,7	0,7	54,0	57,8
Ungarn	1,8	1,5	1,7	1,7	53,4	58,3
Slowenien	0,7	1,0	0,5	0,8	38,1	42,5
Rumänien	0,8	0,6	0,6	0,3	39,8	24,9
Bulgarien	0,3	0,3	0,2	0,2	42,2	33,7
Ukraine	0,5	0,1	0,4	0,1	48,9	46,7
Weißrussland	0,2	0,1	0,2	0,1	58,5	64,4
Russland	3,0	0,3	2,5	0,2	47,3	39,7
Länder zusammen	14,3	9,9	12,7	10,0	50,6	54,4
Gesamt [a)]	100	100	100	100	57,2	53,8
Gesamt [a)] in Mill. ECU	108.588,2	45.960,7	62.085,2	24.725,3		

a) Gesamte Exporte oder Importe der EU (ohne Intrahandel) bzw. Deutschlands.

Quelle: Uhlig, Kriegbaumm 2001; Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Die treibende Kraft der Importsteigerung aus den Beitrittsländern ist der Handel mit Vorleistungen in Form von Maschinenkomponenten und –teilen (Uhlig, Kriegbaum 2001: 59). Besonders die Nachbarländer Deutschland, Österreich und Italien nutzen die Möglichkeit Teile ihrer Wertschöpfung aus den Ländernmit niedrigen Arbeitskosten bei gleichzeitig qualifizierten Arbeitskräften zu beziehen (Outsourcing) oder auszulagern. Eine Sonderauswertung der Außenhandelsstatistik durch den VDMA zeigt, dass im Jahr 1998 nur ca. 39% der Maschineneinfuhren der EU aus den Beitrittsländern auf Komplettmaschinen entfielen. Überwiegend bestanden die EU-Importe aus Komponenten (ca. 17%) und Maschinenteilen (ca. 45%). Deutschland bezog dabei 45% bei den Komponenten und 64% bei den Maschinenteilen (Uhlig, Kriegbaum 2001: 59), was das Entstehen neuer Produktionsnetzwerke unterstreicht.

Tabelle 5.6

Deutschlands Maschinenaußenhandel mit Mittel- und Osteuropäischen Ländern

Absatz-/Herkunftsland	Export		Import	
	2000	1996 bis 2000	2000	1996 bis 2000
	Mill. DM	Veränderung in %[a)]	Mill. DM	Veränderung in %[a)]
Polen	4.014	14,7	1.100	20,5
Tschechien	3.643	9,7	2.963	23,2
Ungarns	2.072	11,5	1.084	19,2
Rußland	2.511	-2,0	105	9,2
Sonstige MOEL	3.011	5,0	1.043	26,2
MOEL zusammen	15.251	7,3	6.295	22,0

a) Durchschnittliche Veränderungsrate.

Quelle: VDMA, Berechnungen des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung.

Die Öffnung der Grenzen nach Mittel- und Osteuropa und die Heranführung der Länder in die Europäische Union hat dem EU-Maschinenbau und in besonderer Weise auch dem deutschen Maschinenbau sowohl Absatzmöglichkeiten als auch Gestaltungsmöglichkeiten der Wertschöpfung gebracht. Damit verbessern sich auch die Standortbedingungen des Maschinenbaus in Deutschland. Als Produzent von Spitzentechnologie ist der deutsche Maschinenbau den Transformationsländern ein wichtiger und – wie die bisherige Entwicklung zeigt – dominierender Lieferant. Als Branche, die in einem Hochlohnland Wettbewerbsnachteile auf der Kostenseite ausgleichen muss, kann er durch die Integration der Beitrittslände in die Wertschöpfungskette seine Wettbewerbsposition stärken. Der Befund für die Beschäftigung im Maschinenbau ist dabei zweischneidig: Zum Einen werden gerade solche Leistungen aus den östlichen Nachbarländern bezogen, deren Wertschöpfung arbeitsintensiv ist. Damit werden Arbeitsplätze in Deutschland abgebaut oder nicht geschaffen. Zum Anderen werden aber auch inländische Arbeitsplätze zumindest gesichert, wenn die internationale Wettbewerbsfähigkeit durch dieses Element der systemischen Rationalisierung gestärkt wird.

5.7 Fazit und Ausblick

Der deutsche Maschinenbau ist mit einem Anteil von fast einem Fünftel an den Ausfuhren der wichtigsten Industrienationen mit Abstand vor den Japan und den Vereinigten Staaten führend. Ein Blick auf die Entwicklung in den neunziger Jahren zeigt, dass Deutschland seinen Anteil trotz des Eintretens neuer Konkurrenten in den Markt halten konnte. Bemerkenswert sind die Anteilsgewinne der Vereinigten Staaten und Italien. Für die USA bietet die Schaffung der NAFTA in Verbindung mit der guten Konjunktur einen wichtigen Beitrag für die Erklärung der positiven Entwicklung. Bei Italien ist für die Anteilsgewinne primär die starke Position der italienischen Maschinenbauer verantwortlich, die auf vielen Marktsegmenten die schärfsten Wettbewerber für die deutschen Anbieter sind. Der italienische Maschinenbau hat in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre an Wettbewerbsfähigkeit zusätzlich durch einen im Vergleich zum Durchschnitt der italienischen Industrie überproportionalen Anstieg der Arbeitsproduktivität gewonnen.

Eine Analyse des bilateralen Außenhandels zeigt für die meisten Länder, dass der deutsche Maschinenbau eine im Vergleich mit anderen Exportbranchen hervorragende Position einnimmt. Die Nettoexporte sind zumeist höher als für den Durchschnitt aller Güter. Diese mit dem Revealed-Comparative-Advantage Indikator (RCA) gemessene Beziehung im Außenhandel signalisiert nur für einige Länder eine unterproportionale (negative Werte) Position für die deutschen Maschinenbauer. Es handelt sich um Italien, Schweiz, Österreich und Japan. Auffällig sind die hohen positiven Werte für die Länder, die sich in einem Aufholprozess der Industrialisierung befinden, wie Portugal, Spanien, Polen, Ungarn und die ostasiatischen Schwellenländer. Dies unterstreicht, welche Bedeutung Maschinen aus Deutschland im Industrialisierungsprozess besitzen.

Ein wichtiger Effekt der Globalisierung ist die Investition an ausländischen Standorten. Hier hatte der deutsche Maschinenbau in den achtziger Jahren noch einen messbaren Rückstand gegenüber Japan. Die Direktinvestitionen *des deutschen Maschinenbaus* sind im Vergleich zu den gesamten deutschen Auslandsinvestitionen in den neunziger Jahren unterproportional gewachsen. Ein wesentlicher Grund liegt in der Struktur der Branche. Unternehmensgruppen spielen im Maschinenbau eine bemerkenswerte Rolle. Die im Maschinenbau involvierten Dachgesellschaften sind es aber, die die Direktinvestitionen des Maschinenbaus treiben. Etwa 50% des im ausländischen Maschinenbau 1999 investierten Kapitals von 12 Mrd. € ist im Eigentum entsprechender Beteiligungsgesellschaften. Die Beteiligungsgesellschaften haben ihren

Bestand an Direktinvestitionen im ausländischen Maschinenbau im Zeitraum von 10 Jahre um das Sechsfache ausgeweitet, die deutschen Maschinenbauunternehmen aber nur verdoppelt.

Die zunehmende Engagement des Maschinenbaus im Ausland lässt sich im Vergleich mit der Dynamik der Entwicklung im Inland ablesen. Während die Direktinvestitionen in den ausländischen Maschinenbau mit einer jährlichen Rate von 10% in der Zeit von 1990 bis 1999 gewachsen sind, haben die Bruttoanlageinvestitionen im Inland ohne einen erkennbaren Trend sich nur um einen Mittelwert herum bewegt. Auch wenn diese beiden Indikatoren nur sehr bedingt inhaltlich vergleichbar sind, kann unter der Annahme eines zur Verfügung stehenden Budgets, das zu investieren ist, durchaus eine Präferenz für ein steigendes Auslandsengagement abgelesen werden.

Als Zielregionen ist Ostmitteleuropa von besonderem Interesse für den Maschinenbau. Einmal hat das Engagement stark zugenommen und zum zweiten lässt sich zeigen, dass Maschinenbauunternehmen in nennenswerten Umfang nicht nur in die eigene sondern auch verstärkt in vorgelagerte Branchen investieren. Dieser Befund unterstreicht das Ergebnis der Analyse der Außenhandels, das auf die Entstehung eines neuen Clusters der Metallindustrie hinweist.

6 Perspektiven für den Maschinenbau und Empfehlungen

In diesem Kapitel werden die Befunde aus der Untersuchung zusammengefasst. Sie werden nach den Rahmenbedingungen geordnet, die ein Datum für die unternehmerische Entscheidungen darstellen. Die aus den Phänomenen der Globalisierung und der „New Economy“ resultierenden Effekte für einen Wandel des Umfelds spielen hierbei eine gewichtige Rolle. Über diesen Zusammenhang liefern sie eine Erklärung für die Struktur der Branche, ihre Stellung im internationalen Wettbewerb und zeigen Möglichkeiten für die zukünftige Entwicklung auf (Unterkapitel 6.1).

Anschließend werden die Entwicklungslinien für die Nachfrage nach Maschinenbauerzeugnissen, die im Zusammenhang mit der „New Economy“ und der Globalisierung stehen, in qualitativer Weise in Unterkapitel 6.2 ausgeführt. Ergänzt wird die Betrachtung durch eine Zusammenfassung der Wirkungen beider Phänomene auf die Prozesse der Leistungserstellung und das Leistungsangebot des Maschinenbaus (Unterkapitel 6.3)

Unter der Annahme, dass sich keine grundlegenden Änderungen in der Wirtschaftspolitik, keine Brüche in der technologischen Entwicklung ergeben und die gegenwärtige weltwirtschaftliche Abkühlung sich nicht krisenhaft zuspitzt, ceteris paribus, werden Entwicklungspfade für den Maschinenbau aufgezeigt. Zu Grunde gelegt wird ein Ansatz, der die für die Unternehmen sehr unterschiedlichen Marktanforderungen berücksichtigt. Zum Einen ergibt sich hieraus ein Bild, wie der Strukturwandel in der Branche ablaufen kann, zum Anderen wird den Unternehmen die Möglichkeit gegeben, erwartete Entwicklungen vor ihren Erfahrungshintergrund zu prüfen und bei strategischen Überlegungen evtl. zu berücksichtigen. (Unterkapitel 6.4).

Abschließend werden auf der Grundlage der erwarteten Entwicklung in Unterkapitel 6.5 Empfehlungen ausgesprochen, die aus der Sicht der vorliegenden Studie geeignet sind, Friktionen zu vermeiden und die Wettbewerbfähigkeit zu fördern.

6.1 Wandel der Rahmenbedingungen

Die Globalisierung und die „New Economy“ wirken nicht nur unmittelbar auf den im Zentrum der Betrachtung stehenden Maschinenbau. Die Phänomene haben gleichfalls Einfluss auf die Rahmenbedingungen in Deutschland, die das Verhalten von Unternehmen und die Chancen für

ihre Aktivitäten im internationalen Wettbewerb beeinflussen. Wie in der Untersuchung abgeleitet wurde, sind beide Phänomene nicht getrennt voneinander zu betrachten. In ihrer ökonomischen Bedeutung gibt es wechselseitige Beziehungen und sich gegenseitig verstärkende Effekte, in deren Zentrum die Funktionsfähigkeit von Märkten steht: Transparenz und Reaktionsgeschwindigkeit werden erhöht und Marktzutrittsbarrieren reduziert.

Die neue Qualität für moderne Volkswirtschaften besteht darin, dass die Mobilität der Einsatzfaktoren steigt und die Verflechtungen zwischen Ländern vielfältiger werden. So kann der grenzüberschreitende Austausch von Leistungen nicht mehr nur über das klassische Modell der komparativen Kostenvorteile erklärt werden. Die neuere Außenhandelstheorie unterscheidet deshalb zwischen verschiedenen Mustern, die sich im internationalen Handel herausbilden, die nicht nur zu einer intersektoralen, sondern auch intrasektoralen Arbeitsteilung führen. Als Erklärungsfaktoren spielen nicht nur Produktivitäts- und Kostenunterschiede eine Rolle. Von wesentlicher Bedeutung sind u. a. Skaleneffekte, die unternehmensintern, aber auch extern auftreten können. Im letzten Falle wird die regionale Agglomeration von miteinander verbundenen Unternehmen als wichtiger Erklärungsfaktor für Konkurrenzfähigkeit und Außenhandel betrachtet (Freudenberg, Lemoine, 1999).

Dies hat für den deutschen Maschinenbau, der in der Vergangenheit ein „Home-based global player“ war, gravierende Auswirkungen. Einerseits erhält er die Möglichkeiten, die Vorteile offener Märkte für die Beschaffung und den Aufbau neuer Standorte intensiver zu nutzen, andererseits wird er einem stärkeren Wettbewerb ausgesetzt. Dennoch, dies legt die Struktur der Unternehmen nahe, werden die deutschen Unternehmen auch in Zukunft stark von den Rahmenbedingungen in Deutschland abhängig bleiben, so dass es wichtig ist, die wesentlichen Faktoren einer Betrachtung in Hinblick auf ihre zukünftige Entwicklung zu unterziehen.

6.1.1 Qualifizierte Arbeitskräfte: Standortvorteile werden schwächer

Der Maschinenbau ist mehr als andere Branchen auf den Einsatz technisch qualifizierter Arbeitskräfte angewiesen. In der Vergangenheit stand den deutschen Herstellern ein besseres Angebot als in vielen anderen Ländern zur Verfügung. Hier hat sich die Situation in den neunziger Jahren gewandelt. Rückläufige Studentenzahlen in den technisch-naturwissenschaftlichen Fakultäten haben zu einem Engpass bei Hochqualifizierten geführt.

Die Zahl der Absolventen an Universitäten und Fachhochschulen wird in den kommenden Jahren wieder zunehmen. Der erwartete Anstieg wird Engpässe im Angebot nicht vollständig beseitigen, insbesondere in den Disziplinen, in denen der technische Fortschritt besonders dynamisch ist, bleibt das Angebot knapp. Dies betrifft für den Maschinenbau primär die Fachkräfte für Elektrotechnik, Elektronik und Informatik.

Bei Facharbeiter besteht kein vergleichbarer Engpass wie bei Ingenieuren, da der innerbetriebliche Strukturwandel zu einem weniger starken Anstieg der Nachfrage geführt hat. Dennoch ist die Lage – insbesondere mit Blick auf den Nachwuchs - nicht als gut zu bezeichnen. Das Interesse an technischen Industrieberufen hat nachgelassen und in Verbindung mit der demografischen Entwicklung wird es schwieriger genügend geeignete Jugendliche für die Berufswahl zu begeistern.

6.1.2 Metallverarbeitendes Cluster: Aufbruch zu neuen Strukturen

Der Maschinenbau ist eine Branche, deren Leistungserstellung auf die Zulieferung einer Vielzahl hochveredelter, komplexer Vorerzeugnisse angewiesen ist. Die Struktur der Industrie ist in Deutschland traditionell durch eine leistungsfähige und differenzierte Metallindustrie, die von Gusserzeugnissen bis hin zu elektronischen Steuerungen die notwendigen Vorleistungen bietet, gekennzeichnet. Gegenüber Konkurrenten aus anderen Ländern waren die Maschinenbauer aus Deutschland im Vorteil.

In den neunziger Jahren sind nicht nur in der Industrie insgesamt, sondern auch in der Metallindustrie (z.B. bei Gießereien) Kapazitäten abgebaut worden, gleichzeitig haben Maschinenbauunternehmen ihre Beschaffung zunehmend grenzüberschreitend organisiert. Die sich entwickelnden Produktionsnetzwerke stehen eng im Zusammenhang mit dem Abbau von Handelshemmnissen und die durch die Informations- und Kommunikationstechnologien erleichterte und beschleunigte Interaktion, die zur Lösung logistischer Probleme beiträgt. So gesehen kann die Entwicklung Merkmalen der Globalisierung und der „New Economy“ zugeschrieben werden. In nennenswertem Umfang handelt es sich beim Maschinenbau um Netzwerke, die sich innerhalb des europäischen Binnenmarktes einschließlich der Beitrittsländer in Ostmitteleuropa entwickeln.

Insbesondere für den Maschinenbau mit seinen kleinen Losgrößen und in vielen Fällen spezifischen Anforderungen an Vorerzeugnisse, bleibt trotz der neuen Informations- und Kommuni-

kationstechnologien der regionale Bezug ein wichtiger Faktor im internationalen Wettbewerb. Aus diesem Grund sind, worauf in 6.2.2 noch eingegangen wird, in Abhängigkeit vom Produktprogramm sehr unterschiedliche Vorgehensweisen beim Aufbau internationaler Produktionsnetzwerke festzustellen. Trotz einer zunehmenden Internationalisierung zeigt sich an der hohen Bedeutung, die die Länder Ostmitteleuropas in den Produktionsnetzwerken des Maschinenbaus schon erhalten haben, dass typischerweise die Entfernung zum Zulieferer weiterhin eine große Rolle spielt.

Eine verengte Betrachtung der Entwicklung des Clusters der Metallindustrie auf Deutschland würde eine Lockerung der Verflechtungen und damit der Wettbewerbsfähigkeit nahe legen. Diese Sichtweise ist in Anbetracht des Binnenmarktes und des absehbaren Beitritts der Länder Ostmitteleuropas zu Europäischen Gemeinschaft nicht mehr angebracht. Der nicht durch die nationale Begrenzung verengte Blick lässt eine andere Bewertung der Entwicklung zu. Es entsteht gegenwärtig ein neues, für den Maschinenbau relevantes Cluster, das die Nachbarländer im Osten mit einbezieht[1].

6.1.3 Gute Noten für die Forschungsinfrastruktur

Deutschland verfügt über eine international anerkannte Forschungslandschaft, die im Gegensatz zur Situation in den meisten anderen Ländern eine große Nähe zur Wirtschaft aufweist[2]. Dies ist für eine Branche wie den Maschinenbau von Vorteil. Gerade kleine und mittelgroße Unternehmen, welche durch die Inanspruchnahme externer Kapazitäten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten effizient realisieren, können auf eine Fülle unterschiedlicher Qualifikationen zugreifen. Im Bereich der Forschungsinfrastruktur werden keine grundlegenden Veränderungen erwartet.

6.1.4 Finanzmärkte: Wandel bringt auch Vorteile

Die Öffnung der in der Vergangenheit durch nationale Regulierungen abgeschottete ausgerichteten Finanzmärkte ist ein wesentliches Element der Globalisierung. Die in Deutschland übliche Unternehmensfinanzierung mittels langfristiger Kredite wird durch zu erwartenden internatio-

---

[1] Die darüber hinaus engen Verflechtungen nicht nur im Handel sondern auch zwischen Unternehmen des Maschinenbaus mit Österreich, der Schweiz und Italien können als Indiz für die Existenz eines noch größeren, international bedeutenderen Clusters betrachtet werden.

[2] Beispiele für Länder mit einer ebenfalls engen Beziehung zwischen Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft sind Irland und Schweden.

nale Vereinbarungen erschwert (Basel II Abkommen). Ganz allgemein wird für den Maschinenbau aufgrund der branchentypischen Volatilität der Geschäftstätigkeit ein hohes Kreditrisiko unterstellt werden.

Für kleinere und mittlere Unternehmen muss wegen der üblicher Weise niedrigen Ausstattung mit Eigenkapital von einem zusätzlichen Risikozuschlag ausgegangen werden, der die Finanzierungskosten in die Höhe treibt. Die meist geringe Publizitätsneigung von eigentümergeführten Unternehmen erschwert die Lage darüber hinaus. Im Extremfall entsteht eine quasimonopolistische Stellung der Gläubigerbank gegenüber dem einzelnen Unternehmen.

Der Markt für Risikokapital ist erst seit Mitte der neunziger Jahre in Deutschland bedeutend. Unternehmen der „New Economy“ standen in diesen Jahren im Mittelpunkt des Interesses der Kapitalgeber, dennoch hat der Maschinenbau seine traditionell führende Position im Portefeuille der Risikokapitalgesellschaften behaupten können. Mit der zunehmenden Zahl von Finanzunternehmen – auch aus dem Ausland - in diesem Marktsegment haben sich die Möglichkeiten für Maschinenbauunternehmen erleichtert, eine Finanzierung über eine verbesserte Kapitalausstattung zu erreichen.

Mit der Einführung des „Neuen Marktes“ ist der Zugang für kleinere Unternehmen zum Kapitalmarkt vereinfacht worden. Auch wenn im Zentrum dieses Marktsegments Unternehmen der „New Economy“ stehen, so hat doch eine Zahl von rund 20 Maschinenbauunternehmen ein „going public“ zur Verbreiterung der Kapitalbasis genutzt. Nach dem Zusammenbruch der spekulativen Blase im Herbst 2000 sind es gerade diese Unternehmen, die das Vertrauen in den „Neuen Markt“ stützen. Ihre Kurse haben sich als vergleichsweise robust herausgestellt.

Während bei der traditionellen Fremdfinanzierung eine Verschlechterung festzustellen ist, ergeben sich bessere Möglichkeiten, haftendes Kapital einzuwerben. In Hinblick auf die traditionell niedrige Eigenkapitalausstattung ist dies durchaus eine für Maschinenbauunternehmen interessante Möglichkeit.

6.2 Maschinenbau in der Ära von Globalisierung und „New Economy“

6.2.1 Innovation: Potenziale durch interdisziplinäre Konzepte

Seine Stellung als technischer Ausrüster anderer Branchen und als technisch anspruchsvoller Problemlöser bestimmt in hohem Maße die Innovationsprozesse im Maschinenbau. Kunde und Hersteller stehen bei der Problemdefinition, der Erarbeitung von Lösungsalternativen, der Erprobung und Gestaltung des endgültigen Produkts häufig in engem Kontakt. Die alleinige Betrachtung der Statistik des Stifterverbandes der deutschen Wissenschaft zur Forschung und Entwicklung, die im Schnitt knapp 10.000 DM pro Beschäftigten FuE-Aufwendungen ausweist, führt deshalb in die Irre. Der Maschinenbau - berücksichtigt man Konstruktions- und Entwicklungstätigkeiten, die bei individuellen Produkten anfallen, - hat in mindestens gleichem Maße Anstrengungen unternommen, neue Produkte für die Kunden anzubieten. Denn fast 40% der Innovationsaufwendungen des Maschinenbaus, die diese Tätigkeiten mit umfassen, fallen in der Konstruktion an. Auch der mit neuen Produkten erzielte Anteil vom Umsatz blieb von 1995 bis 1999 bei etwa einem Viertel nahezu konstant.

Der internationale Vergleich der Patentaktivitäten des weltweiten Maschinenbaus 1996 – 1999 weist wiederum Deutschland mit über 4500 Patenten als Patentweltmeister des Maschinenbaus aus, die Anzahl der Patentanmeldungen hat in den letzten Jahren noch einen starken Zuwachs erfahren. Konjunkturelle Effekte in der Art, dass bei gut laufendem Geschäft Innovationsanstrengungen unterbleiben, zeigen sich auf keinen Fall.

Die Detailanalyse der Patente zeigt aber auch, dass seit einigen Jahren neue Länder als innovative Akteure mit Maschinenbauprodukten in den Statistiken auftauchen. Als Beispiele sind Korea und Spanien zu nennen. Auch vergleichsweise zurückhaltend ist die Position des deutschen Maschinenbaus in der Patentanalyse dort, wo neben der Anmeldung im Maschinenbau noch Quereinträge zu anderen Fachgebieten wie Elektronik, neuen Materialien oder Mess- und Regeltechnik zu verzeichnen sind. Hier sind insbesondere US-amerikanische oder japanische Anmelder häufiger vertreten. In der Informationstechnik zeigt sich statistisch ebenfalls dieses Bild, aber dies darf nicht vorschnell als Defizit interpretiert werden, da vielfach Softwareentwicklungen als Teil von Systemlösungen erscheinen und nicht separat registriert werden.

Allerdings unterstreicht der Befund die Notwendigkeit, die Interdisziplinarität in der Entwicklung weiter deutlich voranzutreiben. Die technische Entwicklung und neuen Anforderungen an die Produkte haben zu einem Vormarsch der Elektrotechnik bzw. Elektronik in den Betrieben geführt. Außerdem steigt auch die Relevanz neuer Fachgruppen (Informatiker, Logistikingenieure). Das hat einerseits die Anforderungen an bestehende Berufsgruppen verändert – gefragt ist z. B. der Maschinenbau-/ Elektroingenieur mit Informatikkenntnissen – und andererseits die berufliche Zusammensetzung der Entwicklungsbüros beeinflusst.

Das klassische Innovationsmuster des Maschinenbaus muss sich eventuell in Folge des technischen Fortschritts weiter wandeln: Die Herstellung von Fertigungseinrichtungen für Technologieprodukte der „New Economy“ zeigt, dass der deutsche Maschinenbau hier erfolgreich ist. Allerdings ist die Position dieser Unternehmen im internationalen Wettbewerb nicht annähernd so herausragend wie sonst im Maschinenbau. Eine wesentliche Erklärung bietet die relative Schwäche Europas bei Erzeugnissen der „New Economy“ im Vergleich zu Asien und den Vereinigten Staaten. Hier fehlen teils die Vorreitermärkte in Europa, die über den Demandpull die Konkurrenzfähigkeit des Maschinenbaus stimulieren.

Analysiert man die zur Zeit in starkem Aufschwung befindliche Techniktrends der Miniaturisierung, Photonik, und Materialwissenschaften in Hinblick auf die Fortentwicklung der Produktpalette des Maschinenbaus, so zeigt sich die Notwendigkeit zum Ausbau des interdisziplinären Arbeitens, aber auch zur erhöhten Orientierung an der Grundlagenforschung. Der Zyklus von Grundlagenerkenntnissen über Entwicklung zu Produkten und Einrichtung dafür notwendiger Fertigungsverfahren muss sich beschleunigen. Hierbei kann die Zusammenarbeit über Branchengrenzen hinweg eine zentrale Bedeutung einnehmen. Ob dies, wie bei der Elektronik, durch den Aufbau eigener Entwicklungskapazitäten geschehen oder durch proaktives Kooperationsverhalten sichergestellt werden kann, war im Rahmen dieser Studie nicht zu klären. Auch ob das Innovationssystem Maschinenbau insgesamt, also Betriebe, zuliefernde Branchen, verschiedene Kundengruppen und öffentliche Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur immer ausreichend zusammenspielen, muss offen bleiben.

Neben dem Innovationsgehalt der Produkte ist für den Maschinenbau die Fähigkeit zunehmend bedeutend, den Kunden eine gesamthafte Problemlösung bieten zu können. Dies hat in den letzten Jahren im Ausbau der Dienstleistungspalette von Maschinenbauunternehmen wie Beratung, Schulung, Wartung etc. seinen Ausdruck gefunden. Dienstleistungen, die primär komplementär zu physischen Produkten angeboten werden. Innovative Dienstleistungen au-

ßerhalb des klassischen Leistungskatalogs, wie zum Beispiel Betreibermodelle, Rücknahme von Produkten oder Leasingangebote sind dagegen deutlich geringer Bestandteil des Leistungsangebots. Hierbei handelt es sich um Dienstleistungen, die primär fakultativ angeboten werden können. Sie sind in der Regel mit dem Aufbau neuer oder ergänzender Geschäftsmodelle verbunden und könnten technisch auch durch die neuen IuK-Techniken unterstützt werden.

Die Unternehmen verbinden mit diesen Dienstleistungen nicht nur eine Steigerung ihrer Problemlösungsfähigkeit für den Kunden und zusätzliche Erlöse, sondern erhoffen sich wichtige Kundeninformationen durch den permanenten Kontakt. Hierbei könnte insbesondere die Beweglichkeit kleiner und mittelständischer Maschinenbauunternehmen zu höherer Kundenbindung führen. Der Versuch der Kompensation der typischen KMU-Nachteile durch erhöhte Dienstleistungsaktivitäten ist bei kleineren Maschinenbaufirmen aber nicht zu verzeichnen. Sie bieten im Gegenteil Dienstleistungen in geringerem Maße als größere Unternehmen an. Und dies, obwohl auch Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten ähnliche Umsatzanteile wie Großunternehmen erreichen können.

6.2.2 Leistungserstellung: Schnelle Diffusion neuer Technologien

Die Prozesse zur Leistungserstellung im Maschinenbau haben sich den Marktanforderungen und dem eben skizzierten Wandel in Produkten und Dienstleistungen unterzuordnen. Insgesamt zeigt sich eine Zunahme in der Produktkomplexität, die in der Produktentwicklung und in der Produktion selbst bewältigt werden muss. Die zeitlichen Anforderungen wie auch die Individualwünsche der Kunden sind im Vergleich zu anderen Investitionsgüter produzierenden Betrieben nichts Außergewöhnliches. Wichtigstes Fertigungscharakteristikum, das den Maschinenbau deutlich von allen anderen Branchen abhebt, ist die Tatsache, dass über die Hälfte der Betriebe mit der Losgröße 1 arbeitet. Daran hat auch der gute Konjunkturverlauf der letzten Jahre nur wenig geändert. Herausragend ist die gegenüber 1997 gestiegene Komplexität der angebotenen Produkte.

Wie in der Vergangenheit zeigt sich eine differenzierte Strategie bei der Einführung neuer Techniken zur Rechnerunterstützung von Konstruktion und Entwicklung einerseits und bei Fertigungsanlagen in den Betrieben des Maschinenbaus andererseits. Die Komplexität des Produktangebots führt zu einer leicht erhöhten Nutzung der Rechnerunterstützung in der Konstruktion (zum Beispiel CAD 91%). Die höheren Genauigkeitsanforderungen fördern die stär-

kere Nutzung der Hartbearbeitung und die notwendige Flexibilität den Einsatz von CNC-Maschinen. Ansonsten verhält sich der Maschinenbau wie der Durchschnitt der Investitionsgüterproduzenten – auch hinsichtlich einiger weniger guten Erfahrungen mit der Automatisierung und der Notwendigkeit zur Rückführung hoch integrierter, störanfälliger Lösungen angesichts der gestiegenen Flexibilitätserfordernisse.

Analysiert man die Diffusionsverläufe der e-Technologien im Maschinenbau, so zeigt sich gerade bei der Kommunikation via E-Mail und der Homepage in den letzten Jahren eine dramatische Beschleunigung, die im Vergleich zur Verbreitung anderer rechnergestützter Techniken der Vergangenheit ohne Beispiel ist. Seit 1996 hat sich die Anwenderquote bei E-Mail von 10% der befragten Betriebe auf über 90% gesteigert. Lag die Nutzung von Homepages 1996 noch knapp über 5%, so verfügen drei Viertel aller Maschinenbaubetriebe Ende 1999 über eine eigene Internet-Präsentation. Sehr viel verhaltener dagegen ist beispielsweise der Austausch von Produktionssteuerungsdaten, der vorrangig in komplexeren (und oftmals hierarchisch organisierten) Lieferketten wie in der Automobilindustrie eingesetzt wird. Hier ist die Anwenderquote in den letzten Jahren im Maschinenbau kaum gewachsen. Die Inanspruchnahme von Teleserviceleistungen ist seit 1996 von 18% auf 47% gewachsen. Mit dazu beigetragen hat sicherlich auch die Auffächerung der Art und Weise der Teleservice-Leistungen sowie die Möglichkeit, einen Teil der Leistungen über das Internet erbringen zu können. Die eigentlichen Anwendungen des e-Commerce sind innerhalb von zwei Jahren von 2 bis 3% Anwendern, die vorzugsweise hierüber Standardteile zukaufen, auf 20% gestiegen. Beim Vertrieb ist zwar auch die 10-Prozent-Marke überschritten, aber es liegen wenig Erfahrungen über den tatsächlichen Umfang der jeweiligen Nutzung dieser Möglichkeit des e-Commerce vor.

Insgesamt stellen sich dabei der deutsche Maschinenbau – und die anderen Betriebe der Investitionsgüterindustrie – als engagierter Nutzer dieser neuen Technologien dar. Sie dürften als Anwender wahrscheinlich für die wichtigsten Nachfrageschübe der „New Economy“ in Deutschland verantwortlich sein. Vor diesem Hintergrund ist durchaus Vorsicht geboten, den Nichtanwendern undifferenziert Nachholbedarf zu unterstellen. Angesichts der vielen möglichen Fehler, die Unternehmen der „Old Economy“ auf dem Weg zu einem effektiven und effizienten Einsatz begehen können, ist eine gründlich geplante Herangehensweise angebracht.

Vom Konzept des „virtueller Unternehmen“ sind die Maschinenbaubetriebe nur zu einem Viertel überzeugt. Es überwiegt die Skepsis. In seinem tatsächlichen Kooperationsverhalten

zeigen sich wie in der Industrie insgesamt eher vielfältige, aber bilaterale Beziehungen. Die befragten Experten erwarten eine weitere Zunahme der technischen Möglichkeiten und eine weiter sinkende Eintrittsschwelle. Dagegen hält die organisatorische Einbindung von externen Partnern, die Schaffung von Netzstrukturen, die dem Einsatz dieser Technologien eigentlich gegenüberstehen sollte, zurzeit nicht im gleichen Maße Schritt. Das Kooperationsverhalten ist zwar auf einem hohen Niveau und vergleichsweise stabil, aber – so Fallstudien anderer Projekte – in der organisatorischen Gestaltung nicht flexibel gestaltet. Damit wird aber das Potential dieser Technologien nicht voll ausgeschöpft bzw. dem Technikeinsatz stehen im Moment keine angepassten organisatorischen Konzepte für den Maschinenbau gegenüber.

6.2.3 Internationale Netzwerke: Differenzierter Einsatz von Strategien

Die vom ISI befragten Maschinenbaubetriebe gaben 1997 an, dass sie zu 29% Produktionsaufgaben ins Ausland verlagert haben. 1997 planten weitere 30% der Betriebe, im Laufe der nächsten zwei Jahre Aktivitäten ins Ausland zu verlagern. Die Befragung von 1999 ergab, dass von den befragten Maschinenbaubetrieben 30% Verlagerungen im Laufe der letzten zwei Jahre vorgenommen hatten. Vorausschauend geben 14% an, in den nächsten zwei Jahren neu einzusteigen bzw. weitere Aktivitäten ins Ausland zu verlagern. Die Verlagerungsbestrebungen nehmen in Tendenz eher ab und besonders die Planungsüberlegungen haben sich deutlich reduziert. Parallel hierzu ist der Anteil der Betriebe gestiegen, die bereits verlagerte Aktivitäten aus Flexibilitäts- und Qualitätsgründen wieder nach Deutschland zurückholten. Betrug dieser Anteil 1997 bei den Maschinenbaubetrieben noch 4%, so verdoppelte er sich 1999 auf über 8%. Dies erreicht aber nicht das Niveau der bereits realisierten Verlagerungen, sondern mahnt eher zur Vorsicht bei einseitigen, ausschließlich kostenorientierten Standortverlagerungen. Hierfür gibt es im Maschinenbau einige Gründe, wie die Flexibilitätsanforderungen, die bei einer Verlagerung einen hohen logistischen Aufwand erfordern, und die auch im Zeitalter von „New Economy“ oft vorteilhafte räumliche Nähe von Entwicklung und Produktion.

Hinweise ergeben sich hierfür noch aus folgenden Befunden zur internationalen Präsenz: Ein Viertel der Firmen verkauft seine Produkte auch internationalen Kunden ausschließlich vom hiesigen Standort aus. Etwas mehr als die Hälfte der Betriebe ist über Auslandsniederlassungen (inklusive Tochter- und Schwesterunternehmen), ein Drittel über Kooperationen oder Joint Ventures mit Partnerfirmen vor Ort vertreten. Die vor allem für kleine Betriebe reizvolle Möglichkeit der Kooperation mit inländischen Firmen, um gemeinsam Auslandsmärkte möglichst optimal zu bedienen, wird lediglich von 13 % der Maschinenbaufirmen genutzt. Es müs-

sen also nicht Produktionskapazitäten im Ausland präsent sein, um in diesen Märkten erfolgreich zu sein – ungeachtet der Tatsache, dass rechtliche Vorschriften wie Local content oder der Druck globaler Großkunden eine solche Präsenz vor Ort erzwingen können. Dagegen scheint es für den Erfolg im Ausland vielfach unabdingbar, Vertriebs- und Servicekapazitäten in den wichtigsten, internationalen Märkten anzusiedeln.

Viele spezialisierte Maschinenbaubetriebe sind in Deutschland von einem leistungsfähigen Cluster bei der Zulieferung abhängig. Zur Analyse wurden vier Typen auf der Basis der Herkunft ihrer Vorleistungen und ihre Exportstärke gebildet: Als National manufacturers wurden die 23% der befragten Maschinenbau-Betriebe bezeichnet, deren Vorleistungsanteil aus der Region größer 20% ist und die gleichzeitig weniger als 30% ihres Absatzes exportieren. Als Home-based players wurde ein Viertel Betriebe identifiziert, die ebenfalls eine sehr starke regionale Anbindung in den Vorleistungsstrukturen (< 50 km) haben und die über 30% Exportanteil ausweisen. Global sourcers sind ebenfalls ein Viertel der Betriebe, die in überdurchschnittlichen Maß Vorleistungen von außerhalb Deutschlands beziehen, aber einen unterdurchschnittlichen Exportanteil aufwiesen. Global players dagegen sind 31% der Betriebe, die weltweit wie Global sourcers beziehen, aber einen sehr hohen Exportanteil aufweisen. Hinter den National manufacturers stehen mehrheitlich kleine Betriebe bis 99 Mitarbeiter, während bei den Home-based players Betriebe mit 100 bis 499 Mitarbeitern bzw. 500 und mehr Mitarbeitern dominieren. Die Global sourcers sind überproportional kleine Betriebe, während die Global players vorrangig Betriebe mit mehr als 500 Mitarbeitern besitzen. Im Maschinenbau ist der Home-based player stärker vertreten als im restlichen Investitionsgüter produzierenden Gewerbe.

Vergleicht man für diese Maschinenbau-Betriebe die durchschnittliche Wertschöpfung pro Mitarbeiter im Jahre 1999, so zeigt sich, dass die National manufacturers im Schnitt den geringsten Wert aufweisen. Die Global sourcers können offenbar die Preisvorteile auch in eine höheren Wertschöpfung pro Mitarbeiter umsetzen. Die höchste Wertschöpfung pro Mitarbeiter allerdings weisen mit 158 000 DM die Home-based player auf. Die Produktivität liegt damit auf den Niveau der Global-players. Es ist bei einem entsprechenden Produktprogramm und der richtigen Strategie möglich, mit einer starken lokalen Vorleistungsbasis weltweit aktiv und erfolgreich zu sein.

6.3 Wachstumspotentiale durch Globalisierung und „New Economy“

6.3.1 Globalisierung: Industrialisierung bietet hohe Wachstumspotenziale

Der deutsche Maschinenbau liegt mit einem Anteil von fast einem Fünftel an den Ausfuhren der wichtigsten Industrienationen mit Abstand vor den Japan und den Vereinigten Staaten. Ein Blick auf die Entwicklung in den neunziger Jahren zeigt, dass Deutschland seine Bedeutung trotz des Eintretens neuer Konkurrenten in den Markt halten konnte. Bemerkenswert sind die Anteilsgewinne der Vereinigten Staaten und Italien. Für die USA bietet die Schaffung der NAFTA in Verbindung mit der guten Konjunktur einen wichtigen Beitrag für die Erklärung der positiven Entwicklung. Der italienische Maschinenbau ist auf vielen Marktsegmenten der schärfste Wettbewerber für die deutschen Anbieter. Der italienische Maschinenbau hat in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre an Wettbewerbsfähigkeit zusätzlich zu seinem leistungsfähigen Angebot durch einen im Vergleich zum Durchschnitt der italienischen Industrie überproportionalen Anstieg der Arbeitsproduktivität gewonnen.

Eine Analyse des bilateralen Außenhandels zeigt für die meisten Länder, dass der deutsche Maschinenbau eine im Vergleich mit anderen Exportbranchen hervorragende Position einnimmt. Die Nettoexporte sind zumeist höher als für den Durchschnitt aller Güter. Diese mit dem Revealed-Comparative-Advantage Indikator (RCA) gemessene Beziehung im Außenhandel signalisiert nur für einige Länder eine unterproportionale (negative Werte) Position für die deutschen Maschinenbauer. Es handelt sich um Italien, Schweiz, Österreich und Japan. Auffällig sind die hohen positiven Werte für die Länder, die sich in einem Aufholprozess der Industrialisierung befinden, wie Portugal, Spanien, Polen, Ungarn und die ostasiatischen Schwellenländer. Dies unterstreicht, welche Bedeutung Maschinen aus Deutschland im Industrialisierungsprozess besitzen. Die Globalisierung, die u.a. auch dadurch gekennzeichnet ist, dass Schwellenländern im Industrialisierungsprozess aufholen, bietet den Herstellern von Maschinenbauerzeugnissen hohe Wachstumspotenziale, da ihre Produkte bei der Industrialisierung dieser Länder unverzichtbar sind.

Ein Aspekt der Globalisierung ist die Investition an ausländischen Standorten. Hier hatte der deutsche Maschinenbau in den achtziger Jahren noch einen messbaren Rückstand gegenüber Japan. Die Direktinvestitionen *des deutschen Maschinenbaus* sind im Vergleich zu den gesamten deutschen Auslandsinvestitionen in den neunziger Jahren unterproportional gewachsen. Ein wesentlicher Grund liegt in der Struktur der Branche, in der Unternehmensgruppen eine

bemerkenswerte Rolle spielen. Deren Dachgesellschaften sind es, die die Direktinvestitionen der Branche treiben. Etwa 50% des im ausländischen Maschinenbau 1999 investierten Kapitals von 12 Mrd. € ist im Eigentum entsprechender Obergesellschaften, die somit für die internationale Ausrichtung ihrer Maschinenbautöchter eine wichtige Funktion bei der Internationalisierung übernehmen. Der den Unternehmensgruppen im Maschinenbau gehörende Bestand an Direktinvestitionen im ausländischen Maschinenbau hat im Zeitraum von 10 Jahre um das Sechsfache zugelegt, während der direkt von deutschen Maschinenbauunternehmen gehaltene Bestand and Direktinvestitionen sich nur verdoppelt hat. Diese unterschiedliche Dynamik der Entwicklung ist ein Indiz dafür, dass unabhängige mittelständische Unternehmen nicht in dem Maße wie verbundene Unternehmen Chancen in der Globalisierung zu suchen. Es war im Rahmen der Studie nicht möglich, den Ursachen auf den Grund zu gehen. Es ist zu vermuten, dass hierfür vor allem eine knappe Ressourcenbasis relevant ist.

Das zunehmende Engagement des Maschinenbaus im Ausland lässt sich im Vergleich mit der Dynamik der Entwicklung im Inland erkennen. Während die Direktinvestitionen in den ausländischen Maschinenbau in der Zeit von 1990 bis 1999 um das 2,5-fache ausgeweitet wurden, schwanken die Bruttoanlageinvestitionen des Maschinenbaus im Inland ohne einen Trend anzuzeigen im Betrachtungszeitraum um einen Mittelwert. Diese beiden Indikatoren sind inhaltlich nur bedingt vergleichbar. Unter der Annahme eines Budgets, das dem deutschen Maschinenbau für Investitionen im In- und Ausland zur Verfügung steht, weist die unterschiedliche Entwicklungsdynamik auf eine im Saldo bestehende Präferenz für Auslandsengagements hin. Dies liegt nur teils am Aufbau internationaler Produktionsnetzwerke, eine wichtige Erklärung besteht auch in den Zukunftsaussichten. Hohe Wachstumspotenziale im Ausland, die insbesondere auf den Märkten der Schwellenländer in Übersee bestehen, während die Marktexpansion in Deutschland sich weiterhin moderat entwickeln wird, veranlassen Unternehmen ihre Vertriebsnetzwerke weiter international auszubauen.

Die Direktinvestitionen des Maschinenbaus dienen in allen Regionen zu einem hohen Prozentsatz der Erschließung von Auslandsmärkten durch den Aufbau von Vertriebswegen. Die Direktinvestitionen in Produktionsstätten sind als Investitionsmotiv von vergleichbar hoher Bedeutung. Auffällig sind die Aktivitäten in Ostmitteleuropa. Zum Einen hat das Engagement stark zugenommen und zum Zweiten lässt sich zeigen, dass Maschinenbauunternehmen in bemerkenswert hohem Umfang in Produktionsstätten der eigenen und vorgelagerten Branchen investieren. Dieser Befund ergänzt das Ergebnis der Analyse des Außenhandels, das eine zunehmende intrasektorale Lieferverflechtung im Maschinenbau zeigte, die durch einen hohen Anteil

der Importe von Vorerzeugnissen gekennzeichnet ist. Die Direktinvestitionen in Fertigungsstätten indizieren darüber hinaus einen zunehmenden unternehmensinternen Handel.

6.3.2 „New Economy“: Impulse für Ausrüster von IuK-Erzeugnissen

Der Maschinenbau ist für eine Vielzahl von Branchen der wichtigste Lieferant von fertigungstechnischem Know-how. Unter anderem gehören auch die Unternehmen der so genannten „New Economy“ zu den Kunden, denen trotz des gegenwärtigen Einbruchs mittelfristige dynamische Zuwachsraten unterstellt werden. Im Rahmen der Studie wurden einige Produktbereiche identifiziert, die für die Herstellung von Produkten der „New Economy“ benötigt werden, beispielsweise für die Herstellung von Halbleitern, Leiterplatten und elektronischen Baugruppen, digitalen Speichermedien, Flachbildschirmen, Solarzellen.

Im Jahr 2001 kam das Produktionsvolumen von Maschinen und Ausrüstungen für die genannten Erzeugnisse auf 5,4 Mrd. €, was etwa 4% der Produktion des gesamten Maschinenbaus entspricht. Gemessen am Volumen der weltweiten Produktion von Maschinen und Ausrüstungen für die Anwendungen der Productronic haben die deutschen Hersteller nur etwa einen Anteil von 7%. Dies ist ein relativ niedriger Prozentsatz gemessen an einem Anteil des gesamten deutschen Maschinenbaus an der Weltproduktion von 15%.

Die Ursache für diesen Rückstand im weltweiten Vergleich liegt in erster Linie in der Dominanz Asiens und der Vereinigten Staaten bei der Herstellung von Produkten der Informations- und Kommunikationstechnik. Ein demand-pull hat den Maschinenherstellern in den beiden Regionen einen wichtigen Anreiz zum Einstieg in die entsprechenden Fertigungstechnologien gegeben, und auf Grund der höheren Volumina können die Unternehmen gegenüber ihren deutschen Konkurrenten Economies-of-Scale realisieren. Entsprechend der Bedürfnisse der Mehrzahl ihrer Kunden haben sich die deutschen/europäischen Hersteller von Maschinen und Ausrüstungen der Productronic darauf eingestellt, Fertigungseinrichtungen für eine flexible Produktion in kleinen und mittleren Serien anzubieten. Auf diesen Teilmärkten nehmen deutsche Anbieter punktuell international eine wichtige Stellung ein.

Welche Bedeutung Cluster für die internationale Stellung einer Branche besitzen, kommt auch an der Positionierung der von europäischen Anbietern der Fertigungstechnik für die Großserienherstellung von ICs im internationalen Wettbewerb zum Ausdruck. Während in den Vereinigten Staaten und bis zu einem gewissen Grad auch in Japan das Know-how für den gesam-

ten Herstellungsprozess im Inland zur Verfügung steht, ist Europa von Zulieferungen aus Übersee abhängig. Das Ziel des gemeinsamen europäischen Projekts, JESSI, zumindest bei einigen Verfahrensschritten die Führung in der Welt zu übernehmen, ist nicht erreicht worden.

6.4 Marktanforderungen und strategische Optionen für den Maschinenbau

Der Maschinenbau ist eine heterogene Branche, deren Zukunftsaussichten nicht eindimensional für alle Unternehmen in zutreffender Weise einheitlich dargelegt werden können. Es besteht eine Wechselbeziehung zwischen den Produkteigenschaften und den für die Unternehmen im Wettbewerb wichtigen Handlungsparameter. Wichtige Elemente der Rahmenbedingungen für die zu untersuchende Branche wurden oben dargelegt. Hier geht es nun darum, das Zusammenwirken des exogenen Datenkranzes mit den spezifischen Marktanforderungen in Hinsicht auf mögliche Perspektiven für die Maschinenbauunternehmen zu analysieren.

Es ist zu unterstreichen, dass es sich bei den folgenden Betrachtungen um das Aufzeigen prinzipieller, langfristiger Entwicklungen handelt, die nicht auf die aktuelle Konjunktur und die Eintrübung der Geschäftserwartungen eingehen. Die negative Tendenz steht im Zusammenhang mit der weltweiten Dämpfung der wirtschaftlichen Aktivitäten und betrifft die Maschinenbauer in anderen Ländern ebenso. Die deutschen Unternehmen haben in den vergangenen Jahren ihre Konkurrenzfähigkeit bewiesen und können den gegenwärtigen Nachfragerückgang im Vergleich mit den ausländischen Konkurrenten gut überstehen.

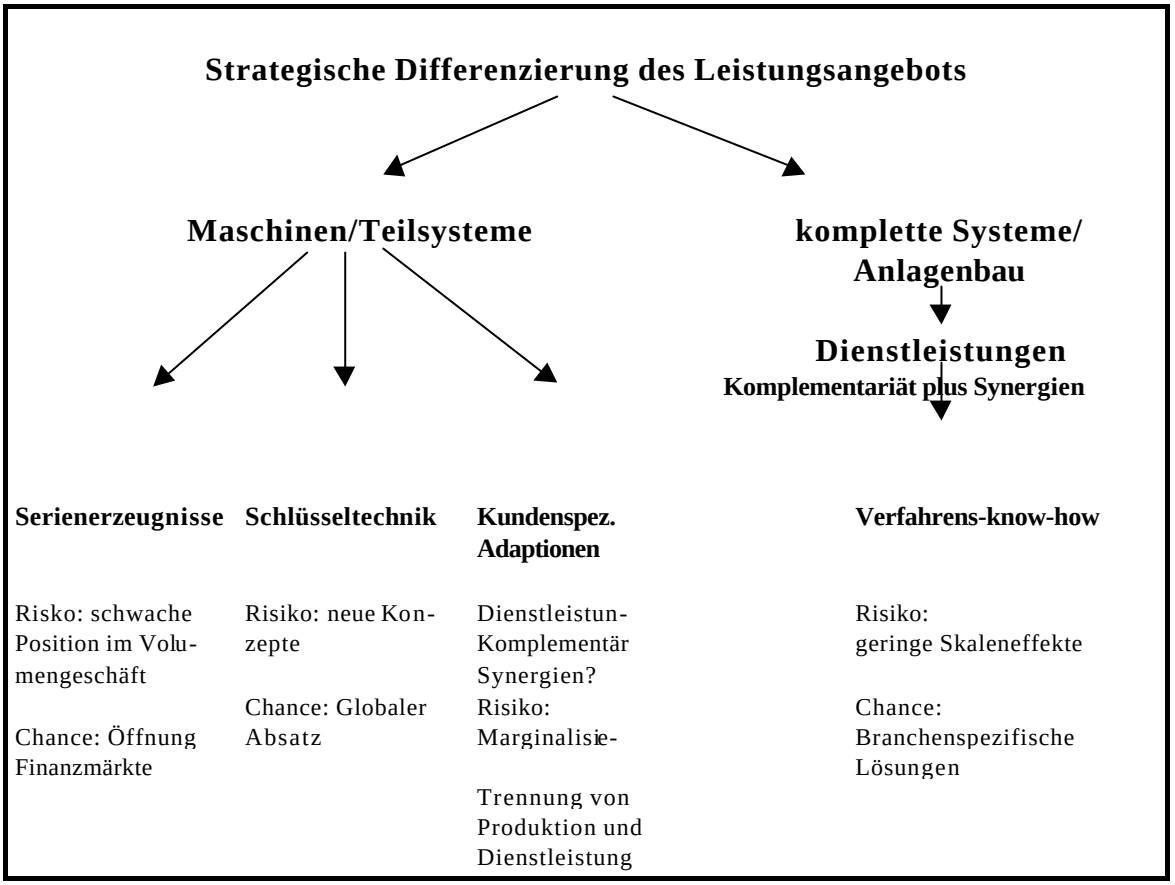
Die Maschinenbauerzeugnisse können entsprechend der als relevant erachteten Produkteigenschaften klassifiziert werden. [1] Vier Kategorien werden für die Darstellung als ausreichend erachtet (Abbildung 6.1). Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich hier um Idealtypen handelt und fließende Übergänge bestehen:

- Serienerzeugnisse
- Kundenspezifisch entwickelte Erzeugnisse
- Engineering und Anlagenbau,
- Schlüsseltechnisch basierte Erzeugnisse

[1] Zur empirischen Evidence der Kategorisierung für den europäischen Maschinenbau (Kriegbaum, Uhlig, Vieweg, 1997, S. 180 ff)

Abbildung 6.1:

Prototypische Entwicklungslinien für Maschinenbauunternehmen



6.4.1 Seriengeschäft: Hohe Priorität für Markterschließungsstrategien

Serienerzeugnisse werden üblicherweise von mehreren Herstellern angeboten. Sie haben definierte, dem Kunden bekannte Eigenschaften. Das Ziel der Produktentwicklung besteht darin, die Anforderungen der Kunden besser zu treffen als die Konkurrenz, ohne kundenspezifische Erzeugnisse herzustellen. Von vielen Serienherstellern werden kundenspezifische Adaptationen angeboten, um Maschinen zu vermarkten, ohne das Produkt in seinen wesentlichen konstruktiven Merkmalen zu verändern. Die Möglichkeiten der Produktdifferenzierung sind beschränkt, selbst wenn gilt, dass die Erzeugnisse nur in seltenen Fällen ohne produktbegleitende Dienstleistungen verkauft werden können. Erfolgreiche Konzepte können meist relativ schnell imitiert werden.

Auf diesen Märkten ist der Preis ein wichtiger Wettbewerbsparameter. Kostensenkung und Marktanteile sind damit zentrale Elemente bei der Formulierung von Strategien. Globale Markt- und Produktstrategien bieten sich an, um über hohe Stückzahlen Lern- und Skaleneffekte realisieren zu können. Zwischen der Produktentwicklung und der Serienproduktion besteht meist keine Notwendigkeit einer intensiven Interaktion, Standortentscheidungen zur Kostensenkung werden dadurch nicht beschränkt.

Auf den Märkten für Serienerzeugnisse besteht eine große Wahrscheinlichkeit zur Herausbildung von Oligopolen, wie dies in den achtziger Jahren bei Werkzeugmaschinen der Fall war. Es gibt Beispiele deutscher Unternehmen, die auf solchen Volumenmärkten eine starke Position besitzen, bei Pumpen, Flurförderzeuge. etc. Allerdings war der deutsche Maschinenbau auf Märkten mit anderen Anforderungsprofilen bisher wesentlich erfolgreicher.

Serienhersteller müssen für die Realisierung konsistenter Marktstrategien hohe Investitionen in Produktion und Vertriebswege tätigen, um ihren Position zu stabilisieren. Hier hatten deutschen Unternehmen in der Vergangenheit häufig Probleme, ausreichende Finanzmittel zu beschaffen. Die Möglichkeiten zur Verbreiterung der Eigenkapitalbasis haben sich in den zurückliegenden Jahren jedoch verbessert. Ebenso vorteilhaft kann die gegenwärtige Entstehung eines neuen, unter Einschluss Ostmitteleuropas regional erweiterten Clusters der Metallindustrie für kostengünstige Zulieferungen genutzt werden.

Hersteller von Serienerzeugnissen, die den primär über den Preis stattfindenden Wettlauf um Marktanteile nicht mitmachen wollen oder können, versuchen vielfach über eine Ausweitung des kundenspezifischen Angebots ihre Position im Markt gegenüber größeren Wettbewerbern zu stabilisieren. Bei zunehmender Produktdifferenzierung reduziert sich einerseits der Preisdruck bei andererseits steigenden Kosten in Folge einer zunehmenden Variantenvielfalt. Physische Produkte und Dienstleistungen werden komplementär abgesetzt. Ein solches Konzept wird dann erfolgreich sein, wenn Synergien auf Basis der Kompetenz der eigenen Produktion und der technischen Dienstleistungen geschöpft werden. Im anderen Fall muss die Frage „make-or-buy“ von Serienerzeugnissen beantwortet werden. Eine Quersubventionierung der eigenen Fertigung durch die Verwendung von am Markt nicht wettbewerbsfähig absetzbaren Produkten als Element für kundenspezifische Problemlösungen kann zu einer Gefährdung der Existenz des gesamten Unternehmens führen. Unter diesen Gegebenheiten besteht das Risiko einer Konkurrenzsituation mit Ingenieurbüros, die auf der Grundlage preiswerter, möglicher-

weise importierter Serienerzeugnisse wettbewerbsfähige kundenspezifische Varianten auf den gleichen Märkten anbieten.

6.4.2 Kundenspezifische Erzeugnisse: Eine Strategie mit Zukunft

Kundenspezifische Erzeugnisse unterscheiden sich durch wesentliche konstruktive Merkmale. Die Angebote unterschiedlicher Hersteller sind nur schwer miteinander vergleichbar, da erst durch eine Spezifizierung der Problemlösung für einen Kunden auch Leistungsmerkmale abzuschätzen sind. In dieser Situation besteht zwischen Dienstleistungen und physischen Gütern nicht nur eine komplementäre Beziehung, sondern ein Synergiepotenzial aus der Interaktion von Fertigung und Konstruktion.

Insbesondere für den Kunden ist es aufgrund einer Informationsasymmetrie nicht leicht einen geeigneten Lieferanten auszuwählen. Bei diesen Produkten sind die Reputation des Anbieters, seine Fähigkeit, überzeugende Lösungen anzubieten, wichtige Merkmale im Wettbewerb. Referenzanwendungen relativieren Preisvorteile. Der Marktzutritt für neue Anbieter ist wegen der fehlender Reputation und häufig auch fehlender technischer Kompetenz erschwert.

Kundenspezifische Erzeugnisse sind einerseits zwar einem geringeren Preiswettbewerb ausgesetzt. Konstruktion und Entwicklung erfordern einen hohen Arbeitseinsatz, ohne dass in nennenswertem Umfang Skaleneffekte genutzt werden können. Die Fertigungsprozesse lassen sich nur bedingt rationalisieren, so dass hohe Arbeitskosten die Folge sind. Eine partielle Verringerung der Kostenbelastung ist möglich, wenn kundenspezifische Lösungen aus der Kombination unterschiedlicher Module zu realisieren sind. Vielfach besteht bei kundenspezifischen Erzeugnissen die Notwendigkeit einer intensiven Kommunikation zwischen Fertigung und Konstruktion, so dass eine Verlagerung der Produktion schwer vorstellbar ist.

Strategische Herausforderungen für Unternehmen mit kundenspezifischen Erzeugnissen bestehen in verschiedene Richtungen. Einmal müssen Konstruktion und Entwicklung nach einer Standardisierung von Lösungen suchen und für verschiedene Anwendungen kombinierbare Bauteile entwickeln. Des weiteren ist die Frage zu klären, ob Standardlösungen beispielsweise für bestimmte Branchen anzubieten sind, um Skaleneffekte realisieren zu können. Die Ausweitung des Angebots an technischen Dienstleistungen kann dazu genutzt werden, um als Systemanbieter auf einen neuen, stärker know-how getriebenen Markt Fuß zu fassen.

Sofern die Spezifizierung der Erzeugnisse sich auf periphere Merkmale der Produkte bezieht, sind zwei Gefährdungen zu betrachten. Hersteller von Serienerzeugnissen, die in der Lage sind, Skaleneffekte zu realisieren, bieten verstärkt einzelfallspezifische Lösungen an, und Ingenieurbüros, die kundenspezifische Lösungen auf der Basis preiswerter, zugekaufter Serienerzeugnisse realisieren, erhöhen den Wettbewerbsdruck. Deshalb ist insbesondere auf den hier betrachteten Märkten für Unternehmen eine gründliche Bewertung der strategischen Ausgangsposition zu fordern.

6.4.3 Anlagenbau/Systemanbieter: Steigender Bedarf

Unternehmen, die im Engineering und Anlagenbau tätig sind, haben sich meist frühzeitig auf technische Dienstleistungen konzentriert und ihre Produktion auf die Herstellung von Teilen und Komponenten beschränkt, die eine Schlüsselfunktion einnehmen. Die Kombination aus Kompetenzpotenzialen von Konstruktion und Fertigung generiert gegenüber reinen Ingenieurbüros Vorteile. Anderes wird zugekauft. Meist handelt es sich gemäß der oben eingeführten Definition um Global players.

Die Zukunft dieser Firmen hängt im Wesentlichen davon ab, ob das für den Bau komplexer Systeme notwendige Know-how langfristig vorgehalten werden kann. Kurzfristige Personalpolitik und ein Engpass beim technisch qualifizierten Nachwuchs müssen als die größten Gefahren für, die deutschen, auf vielen Märkten führenden Systemanbieter und Anlagenbauer gesehen werden.

Gute Chancen in dieser Marktumgebung bestehen für deutsche Unternehmen. Allerdings ist gerade im Großanlagenbau eine zunehmende internationale Arbeitsteilung im Engineering festzustellen. Dies generiert nicht nur Kostenvorteile, sondern muss im Zusammenhang mit den oft vor Ort notwendigen Vorleistungen gesehen werden. Friktionen im Kommunikationsprozess werden vermieden.

In Verbindung mit den Anlagenbau besteht das größte Potenzial für fakultativ anzubietende Dienstleistungen, wie Leasing, Betreibermodelle etc., die zunehmend von den Kunden sogar als Voraussetzung für eine Vertragsabschluss erwartet werden. Zusätzlich getrieben wird diese Entwicklung zusätzlich durch ein bei vielen Kunden zu beobachtendes Streben, eigene technische, mit der Konzeption von Anlagen befasste Abteilungen aufzulösen. Auf der Seite der Investitionsgüterhersteller wird auf diese Entwicklung unter anderem nicht nur durch eine Aus-

weitung des Angebots reagiert. Zusätzlich ist festzustellen, dass Maschinenbauer vermehrt branchenspezifische Fertigungslösungen konzipieren, und damit Chancen für die Generierung von Skaleneffekten erhalten.

6.4.4 Schlüsseltechnik: Gefahren durch neue Technologien?

Eine Schlüsseltechnologie die in Produkte inkorporiert ist, besitzt eine herausragende ökonomische Bedeutung. Sie stellt ein Alleinstellungsmerkmal und eine Marktzutrittsbarriere gleichermaßen dar. Auf diesen Märkten gibt es aufgrund der notwendigen Kompetenz weltweit nur wenige Anbieter. Es handelt sich nicht nur wie bei Druckmaschinen um große Unternehmen, die auf eine Schlüsseltechnik bauen können. Es gibt eine Reihe von so genannten „hidden champions“ in Deutschland, mittelgroße Firmen, die den Weltmarkt meist in einer Nische dominieren. Typisch ist entsprechend der oben eingeführten Definition der home-based player.

Für diese Firmen bestehen wenige Risiken. Das technologische Wissen sichert ihnen eine quasimonopolische Position. In Hinblick auf die langfristige Existenz im Markt ist eine intensive Beobachtung technologischer Entwicklungen erforderlich. Neue Technologien sind rechtzeitig auf ihre potenzielle Eignung zu überprüfen. Hier könnte sich die auf manchen dynamischen Technikfeldern im internationalen Vergleich nicht herausragende Stellung Deutschlands als ein Handicap erweisen. Enge Kontakte zu mit der Grundlagenforschung auf dynamischen Technikfeldern befassten Einrichtungen sollten gepflegt werden.

6.5 Empfehlungen zur Verbesserung der Zukunftsaussichten

Zusammenfassend stellt sich die Lage im Maschinenbau zu Beginn des neuen Jahrhunderts differenziert dar. Die Branche ist ein wichtiger Bestandteil der deutschen Industrie, die strukturellen Veränderungen der neunziger Jahre haben daran nichts geändert. Die weiterhin zunehmende Internationalisierung der Vorleistungs- und Absatzmärkte wird im Zusammenwirken mit den Möglichkeiten, welche die IuK-Techniken für die Reorganisation der Wertschöpfungsketten bieten, zur strategischen Neuaufstellung von Unternehmen und angesichts der Handlungsoptionen zur Ausdifferenzierung der Branche führen. Dies wird ein weniger scharf abgrenzbares Bild der Branche erzeugen. Ohne die dem Maschinenbau vor- und nachgelagerten Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette und des Innovationssystems kann eine Analyse nicht zielführend durchgeführt werden.

Angesichts dieser Befunde müssen sich die Empfehlungen an zentralen Stellgrößen für die Unternehmen orientieren, unabhängig von der individuell zu entscheidenden Strategie. Dabei sind diese weniger Aufforderungen zur Intervention als Empfehlungen zur besseren Information und Zusammenarbeit zwischen Verbänden, Politik und vor allem Unternehmen. Dabei stehen folgende Themen im Vordergrund:

Arbeitskräfteangebot und Arbeitsmarkt

Finanzierung unter neuen Rahmenbedingungen

Kooperationsverhalten angesichts von Internationalisierung und Internet.

Veränderungen und Fragen an die Zukunft des Innovationssystems

6.5.1 Arbeitskräfteangebot und Arbeitsmarkt

Angesichts des knappen Angebots an qualifizierten Fachkräfte ist ein Ausbau der Weiterbildungsaktivitäten unerlässlich. Die Arbeitslosigkeit „älterer“ Fachkräfte zeigt, dass Personal vorhanden ist. Auch wenn bisherige Versuche nicht erfolgreich waren, kann eine bessere Zusammenarbeit zwischen Arbeitsämtern und Betrieben bei der Qualifizierung zum Abbau von Arbeitslosigkeit und zur Befriedigung des Fachkräftebedarfs beitragen. Dies kann alleine wegen der Konkurrenz der Maschinenbauunternehmen untereinander und mit anderen Branchen um Jungingenieure nicht unterbleiben. Gerade kleinere und mittlere Firmen haben es hierbei besonders schwer. Sie sollten ihre Kontakte zu Hochschulen stärken, oder vermehrt auf entsprechende Initiativen der Verbände zurückgreifen.

Die Unternehmen sollten ebenfalls prüfen, ob sie ihren Bedarf an qualifizierten Technikern nicht mit hochqualifizierten ausländischen Arbeitnehmern decken können. Insbesondere das Potenzial in Ostmitteleuropa kann ausgeschöpft, evtl. für ausgewählte Entwicklungsaufgaben auch im Rahmen grenzüberschreitender Entwicklungsnetzwerke genutzt werden. Entsprechende Unterstützung bei der Schaffung von Infrastrukturen durch öffentliche Stellen und Verbände können auch kleineren Betrieben den Zugang ermöglichen.

Die für den Maschinenbau typische Produktion, ist aufgrund der hohen Qualifikation der Beschäftigten durch hohe Arbeitskosten je Beschäftigten gekennzeichnet. Aufgrund der niedrigen Losgrößen lassen sich Skaleneffekte in vielen Betrieben nicht realisieren. Eine geringe Lohndifferenzierung belastet insbesondere die Grenzunternehmen. Eine den betrieblichen Bedingungen angepasste Lohn- und Gehaltsdifferenzierung könnte einen Beitrag leisten, die Auswirkun-

gen des Strukturwandels für die Beschäftigung in der Produktion zu dämpfen. Besonders betroffen dürften aber die dem Maschinenbau zuliefernden Betriebe aus der Metallindustrie sein. Hierbei steht jedoch die knapper werdende Zahl der Fachkräfte einer stärkeren Lohnspreizung entgegen. Eine Flexibilisierung der Entlohnung ist aber nicht nur eine Frage der Tarifpolitik, die bestehenden Spielräume in existierenden Tarifverträgen sollten von den Unternehmen stärker genutzt werden.

6.5.2 Finanzierung unter neuen Rahmenbedingungen

Die veränderten Rahmenbedingungen zur Unternehmensfinanzierung stellen Herausforderungen insbesondere an kleine und mittlere Unternehmen. Sie müssen sich schnell auf die in Zukunft stärker formalisierte Bewertung von Kreditrisiken einstellen. Das gesamte Berichtswesen muss darauf ausgerichtet werden, um die für ein Rating notwendigen Informationen zu liefern. Dies verlangt von den Unternehmen zwar zusätzliche Anstrengungen, bietet aber auch die Chance, die strategische Position schon jetzt gegenüber Gläubigern und Kunden stärken. Unterbleibt dies aufgrund einer geringen Publizitätsneigung, so kann es im Extremfall zu einer quasimonopolistischen Stellung der Gläubigerbank kommen. In Anbetracht des Wandels auf den Finanzmärkten ist also eine höhere Bereitschaft zur Publizität gefordert.

Die Zurückhaltung erklärt sich u.a. auch aus einer vielfach nicht ausreichenden Ausstattung der Unternehmen mit Eigenkapital. Die verbleibenden Zeit bis zur Einführung international verbindlicher Regelungen zur Kreditvergabe muss genutzt werden, um die Bilanzstruktur zu verbessern. Häufig wird die Ausstattung mit Eigenkapital nicht aus eigener Kraft zu verbessern sein, und eine Erweiterung des Kreises der Eigentümer muss in Erwägung gezogen werden. Die Rahmenbedingungen sind sowohl für die Einbeziehung einer Risikokapitalgesellschaft als auch für einen Gang an die Börse besser geworden. Die „kleine Aktiengesellschaft“ bietet sich als eine Form des gleitenden Übergangs für ein Listing an.

6.5.3 Kooperationsverhalten angesichts von Internationalisierung und Internet.

Unternehmensverflechtungen besitzen das Potenzial, die Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen zu verbessern. Gegenüber größeren Konkurrenten können im Verbund Skaleneffekte, beispielsweise in der Beschaffung, realisiert werden. Zwischen verbundenen Unternehmen besteht eine enge Kommunikation und Koordination. Die vielfach geäußerte

Empfehlung, verstärkt zu kooperieren, richtet sich somit insbesondere an die nicht verflochtenen Unternehmen des Maschinenbaus.

Mittelständische, nicht in einem Unternehmensverbund befindliche Firmen sind im Gegensatz zu Unternehmensgruppen zurückhaltend beim internationalen Engagement. Die Ursachen sollten ergründet werden. Sofern Kooperationen bestehende Schwierigkeiten etwa im Vertrieb oder Service lösen helfen, sollten insbesondere kleine und mittlere Unternehmen zu einem Aufbau der Zusammenarbeit ermuntert werden, beispielsweise mit Firmen, die ein komplementäres Produktprogramm anbieten.

Die neuen IuK-Techniken bieten bei internationalerer Aufstellung und Kooperation mittelständischer Unternehmen erhebliche Potentiale. Die wirtschaftliche Nutzung des Internet bei Beschaffung und Vertrieb darf nicht nur als vorrangig technisches Problem betrachtet. Die Schaffung der organisatorischen Infrastruktur ist nur eine notwendige Voraussetzung. Primär müssen die Unternehmen klare Ziele definieren und die innerbetrieblichen Prozesse auf die neue Technik abstimmen, dies verlangt eine entsprechende Organisation und eine Einbindung der Beschäftigten in die Restrukturierung.

6.5.4 Veränderungen und Fragen an die Zukunft des Innovationssystems

Die Innovationen in der Leistungspalette nach der oben dargestellten Typisierung von strategischen Optionen erfordern sowohl Aktivitäten der Maschinenbau-Unternehmen im Bereich Dienstleistungen wie Technologie. Der Befund zur Zurückhaltung beim Ausbau von Dienstleistungsaktivitäten bei kleinen und mittleren Unternehmen ist daher möglicherweise problematisch. Die laufenden Aktivitäten der Verbände zur Unterstützung des Aufbaus einer qualifizierten Dienstleistungspalette sollten fortgeführt werden. Aus der Forschungsförderung bereits bekannte Modelllösungen können hierfür evtl. intensiver genutzt werden.

Die Verknüpfung verschiedener Technologiefelder ist ein wichtiges Merkmal für den Innovationsprozess im Maschinenbau geworden. Insbesondere die Beziehungen zu vorgelagerten, forschungsintensiven Branchen sind zu auszubauen, primär zur chemischen Industrie, zur Elektrotechnik und der Elektronikindustrie, um den Innovationsprozess entlang der Wertschöpfungskette zu beschleunigen. Dies kann dazu beitragen, auf dynamisch expandierenden Technikfeldern, auf denen Deutschland keine herausgehobene Position innehat, an die Spitze aufzurücken.

Aus der Kombination verschiedener Technologien können gerade im Maschinenbau, der in gewisser Weise ein Bindeglied zwischen der Grundlagen- und angewandten Forschung ist, wegweisende Innovationen erwartet werden (Chemie, Materialforschung, physikalische Grundlagenforschung, Mess- und Regeltechnik, Sensorik, Optik, Elektronik). Bestehende institutionelle Grenzen zwischen der Grundlagen- und der angewandten Forschung verwischen zunehmend, der Austauschzyklus wird schneller, die Wissenschaftsbindung der Technik- und (Produkt-)Entwicklung kann auch im traditionell pragmatisch orientierten Maschinenbau zunehmen. Die Unternehmen müssen daher nicht nur aus Rekrutierungsgründen näher an die Hochschulen und ausseruniversitären Forschungseinrichtungen heranrücken. Ein wichtiger Grund ist die Beschleunigung des Diffusionsprozesses von wissenschaftlichen Grundlagenerkenntnissen in wirtschaftlich relevante Anwendungen.

Da kleinere Maschinenbaufirmen nur in geringerem Maße die mit der stärkeren Wissenschaftsbindung einhergehenden höheren Kosten der Informationsbeschaffung tragen können, entsteht bei unveränderten Rahmenbedingungen ein Risiko, existierende technische Vorsprünge halten zu können. Nur durch eine Erleichterung der Zugänge zum Forschungssystem für KMU kann dem begegnet werden.

Dies gilt nicht im gleichen Maße für Firmen, die dem FuE-Bereich von Universitäten, Forschungseinrichtungen oder großen Firmen entstammen. Verbunden mit den Möglichkeiten zukünftig zu schnell aufzubauenden Zulieferstrukturen innerhalb des neuen Clusters und mit Hilfe des Internets zu kommen, bietet sich durchaus ein größeres Potenzial als bisher für mit dem Maschinenbau verbundene High-Tech-Start-ups . Eine endgültige Klärung zu möglichen Entwicklungen würde aber eine breiter angelegte Analyse des den Maschinenbau sowie seine vor- und nachgelagerten Unternehmen umfassenden Innovationssystem verlangen.

7. Literaturverzeichnis

Alecke, Björn; Schaden, Barbara u. a. (1999): Globalisierung und neue Informations- und Kommunikationstechnologien. Strukturberichterstattung 1996-1998. Ifo Studien zur Strukturforschung Nr. 28/II.

ARC-Strategies (2000): Collaborative E-Manufacturing Strategies. ARC-Advisor Regroup, Dedham, Massachusetts, September 2000

Behr, Marhild von (2001): Internationalisierungsstrategien kleiner und mittlerer Unternehmen. Universität Dortmund, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät. Arbeitspapier des Lehrstuhls Technik und Gesellschaft Nr. 9.

Bergmann (2001): Maschinenbau @ Next Economy – In Deutschland verblassen die tradierten Branchenzuordnungen – Mittelständler wachsen durch High Tech. In: VDI-Nachrichten vom 18. Mai 2001, Nr. 20, S. 11.

Bhagwati, J.N. (1984): Splintering and Disembodiment of Services and Developing Nations, The World Economy, Vol. 7 S. 133-143.

BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2001): Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 2000; Bonn.

Bracyk, Hans-Joachim (Hrsg. 1997): Innovationsstrategien im deutschen Maschinenbau – Bestandsaufnahme und neue Herausforderungen, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart.

Brussig, Martin; Dreher, Carsten (2001): Wie erfolgreich sind Kooperationen – Neue Ergebnisse der Kooperationspraxis in Ostdeutschland. Erscheint in WSI-Mitteilungen 9/2001 (zur Veröffentlichung angenommen) – Manuskriptfassung.

Bühl, Walter L. (1995): Wissenschaft und Technologie. An der Schwelle zur Informationsgesellschaft, Göttingen.

Cable, J. (1985). Capital market information and industrial performance: The role of West German banks, Economic Journal 95, S. 118-132.

Castells, Manuel (2000): The Information Age. Volume I The Rise of the Network Society, Oxford.

Coppel, Jonathan (2000): E-Commerce: Impacts and Policy Challenges. *OECD Economics Department Working Papers* No.252.

Deckstein, Dagmar; Felixberger, Peter (2000): Arbeit neu denken. Frankfurt/ New York.

DeLong, Bradford, J. (1998): The New Economy That Isn't All that New. http://www.j-bradford-delong.net/, mimeo.

DeLong, Bradford, J. (2001): Do We Have a "New Macroeconomy"?, http://www.j-bradford-delong.net/, mimeo.

Deutsche Börse (Hrsg.) (1999): Regelwerk Neuer Markt, Frankfurt/Main.

DG-Bank (Hrsg.) (2000): Mittelstandsstudie Herbst/Winter 2000. Sonderthema: Kooperation im Mittelstand. Frankfurt/Main.

Dicken, Peter (1992): Global Shift. The Internalization of Economic Activity 2nd ed. London.

Dreher, Carsten (1999): Thesenpapier zum Aktionsgespräch „Lokal und Global intelligent kooperieren" Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, September 1999.

Dreher, Carsten (2000): Rechnergestützte Technik im Maschinenbau und in der Investitionsgüterindustrie – Ein Vergleich. In: Widmaier: Der deutsche Maschinenbau in den 90er Jahren – Kontinuität und Wandel einer Branche. Campus, Frankfurt/Main, S. 113 – 130.

Eggers, T.; Wallmeier, W. (2000): Innovationen in der Produktion. Dokumentation der Umfrage 1999, Fraunhofer-ISI Karlsruhe.

Edwards, J.; Nibler, M. (2000): Corporate governance in Germany: The role of banks and ownership concentration, Economic Policy 31, S. 237-260.

Edwards, J.S.S.; Weichenrieder, A. (2000): Private benefits versus better monitoring: Disentangeling the effects of concentrated ownership on share valuation, Discussion Paper, CES; University München.

Eggers, Thorsten (2001): Kooperationen in der deutschen Investitionsgüterindustrie – Ergebnisse der Erhebung Innovationen in der Produktion 1999. Internes Arbeitspapier. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.

Eggers, Thorsten; Kinkel, Steffen (2001): Stellenwert zwischenbetrieblicher Kooperationen für den Unternehmenserfolg. Erscheint in Industriemanagement 2001 (zur Veröffentlichung angenommen - Manuskriptfassung).

Faust, Konrad; Gick, Wolfgang u. a. (1999): Tertiarisierung und neue informations- und Kommunikationstechnologien. Strukturberichterstattung 1996-1998. Ifo Studien zur Strukturforschung Nr. 28/III.

Flaig, Gebhard (2001): Gibt es einen "New Economy"-Effekt auf das amerikanische Produktionspotential? *ifo Schnelldienst* 5, S. 16-21.

Fleischer, Manfred (1997): The Inefficiency Trap – Strategy Failure in the German Machine Tool Industry. Edition Sigma, Berlin.

Gartner Group (2000): The E-Business Philosophy: Supply Chain Management Will Sustain Profitability. Strategic Analysis Report.

Gedajlovic, E.R.; Shapiro, D.M. (1998): Management and ownership effects: Evidence from five countries, Strategic Management Journal 19, S. 533-553.

Gordon, Robert J. (2000): Does the "New Economy" Measure up to the Great Inventions of the Past? *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, No. 4, S. 49 – 74.

Gorton, G.; Schmic, F.A. (2000): Universal banking and the performance of German firms, Journal of Financial Economics 58; S. 29-80.

Gundlach, Erich (2001): Interpreting Productivity Growth in the New Economy: Some Agnostic Notes. Kieler Arbeitspapiere Nr. 1020.

Härtel, Hans-Hagen; Jungnickel, Rolf et al. (1996): Grenzüberschreitende Produktion und Strukturwandel – Globalisierung der deutschen Wirtschaft, Baden-Baden.

Hartmann-Wendels, Thomas (2000): Konsequenzen für die Unternehmensfinanzierung, in: (Hrsg.) Hans-Hermann Francke, Eberhard Ketzel, Hans-Helmut Kotz, Finanzmärkte im Umbruch; Reihe: Kredit und Kapital (Heft 15), S. 253ff, Berlin, 2000.

Hauptmanns, Peter; Drescher, Ina (2000): CIM–Lei(d)tbild und Rationalisierungshoffnung – Der deutsche Maschinenbau als Anwender rechnergestützter Technik. In: Widmaier, Ulrich (Hrsg.) S. 69 – 93.

Hitt, Lorin M.; Brynjolfsson (1997) Information Technology and Internal Firm Organization: An Exploratory Analysis. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 14, Nr. 2; S. S. 81-101.

Hofmann, Herbert; Saul, Christoph (1996): Qualitative und quantitative Auswirkungen der Informationsgesellschaft auf die Beschäftigung. Ifo Studien zur Strukturforschung Nr. 23.

Homburg, Ch.; Garbe, B. (1996): Industrielle Dienstleistungen - lukrativ, aber schwer zu meistern, in: Harvard Business manager, Heft 1, S. 68-75.

Jorgenson, Dale W. (2001): Information Technology and the U.S. Economy. Harvard Institute of Economic Research, Discussion Paper No. 1911, Cambridge Massachusetts.

Jürgens, Ulrich (Hg) (2000): New Product Development and Production Networks. Global Industrial Experience, Berlin, Heidelberg u. a.

Kalkowski, Peter; Mickler, Otfried; Manske Fred (1995): Technologiestandort Deutschland, Berlin.

Kersten, Wolfgang (2001): Geschäftsmodelle und Perspektiven des industriellen Einkaufs im Electronic Business. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft. Ergänzungsheft 3/2001, S. 21-36.

Klein, S. (1996): Interorganisationssysteme und Unternehmensnetzwerke. Wechselwirkungen zwischen organisatorischer und informationstechnischer Entwicklung. Wiesbaden.

Klocke, Fritz (Hrsg.) (1998): Produktion 2000plus – Visionen und Forschungsfelder für die Produktion in Deutschland. Bericht an das BMBF, Aachen.

Klös, Hans-Peter (2001): Qualifikatorischer Strukturwandel und Arbeitskräfteengpässe in Westedeutschland, in: iw-trends 3/2001, S. 28-55.

Kluge, Jürgen; Zielke, Andreas; Hartung, Stefan; Langen, René (2000): Organisation und Umwelt – Virtuelle vertikale Integration – Erfolgsstrategie auf dem Weg zu schlanken Unternehmensnetzen. In: Widmaier, Ulrich (Hrsg.) 2000: Der deutsche Maschinenbau in den 90er Jahren – Kontinuität und Wandel einer Branche. Campus, Frankfurt/Main, S. 435 – 454.

Kolkowski, Peter (1996): Innovationsstrategien des deutschen Maschinenbaus – Traditionelle Stärkten, neue Herausforderungen, Ansätze zur Bewältigung, SOFI-Mitteilungen Nr. 24, S. 71 – 82.

König, Wolfgang (1999): Künstler und Strichezeichner, Frankfurt a. M.

KPMG (1999): Electronic Commerce – Status quo und Perspektiven '99. Berlin 1999

Kriegbaum, H. (1996): Produktbegleitende Dienstleistungen - Eine Chance für den deutschen Maschinenbau; in: Maschinenbau Nachrichten 05-96, S. 10-11.

Kriegbaum, Herbert; Uhlig, Anke; Vieweg, Hans-Günther (1997): EU Mechanical Engineering Industry – Monitoring the Evolution in the Competitiveness. Ifo-Studien zur Industriewirtschaft Nr. 54, Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München.

Krömmelbein, Silvia (2001): Das Internet – Wissen, Arbeit und Wohlstand für alle? *WSI Mitteilungen Nr. 4*, S. 250 – 256.

Krugman, Paul (1996) Pop Internationalism, MIT Press, Cambridge Massachusetts.

Kurz, Constanze (2000): Was geschieht mit der Ingenieurarbeit? *SOFI-Mitteilungen* Nr. 28

Lay, G. (1998): Dienstleistungen in der Investitionsgüterindustrie. Konsequenzen für Betriebsorganisation und Personal, in ARBEIT, Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik 7. Jahrg. (1998), Heft 4, S. 316-337.

Lay, G.; Rainfurth, C.; Schneider, R.; Wallmeier, W. (2000): Beschäftigungschancen durch Integration von Produkt und Dienstleistung, RKW-Verlag Eschborn.

Lay, G.; Shapira, Ph.; Wengel, J. (Eds.) (1999): Innovation in Production, Physica-Verlag Heidelberg/New York.

Lay, Gunter; Schirrmeister, Elna (2001): Sackgasse Hochautomatisierung? – Praxis des Abbaus von Overengineering in der Produktion. Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung Nr.22, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Inovationsforschung (ISI), Karlsruhe.

Leyendecker, Hans-Wilhelm (2000): Der Wandel der Betriebsorganisation im deutschen Maschinenbau in den 90er Jahren. In: Widmaier, Ulrich (Hrsg.): Der deutsche Maschinenbau in den 90er Jahren – Kontinuität und Wandel einer Branche. Campus, Frankfurt/Main, S. 307 – 320.

Lichtblau, Karl; Stolte, Iris (2001): Internationaler Renditevergleich im Maschinenbau – Empirischer Befund und Ursachen, Köln.

Lichtblau, Karl. (1998): Beschäftigungsentwicklung, Strukturwandel und Qualifikationsprofil des Humankapitals, iw-trends (25), S. 15 – 31.

Lippert, Inge; Jürgens, Ulrich (2000): Time-to-market orientierte Reorganisation der Produktentstehung im internationalen Werkzeugmaschinenbau. In: Widmaier, Ulrich: Der deutsche Maschinenbau in den neunziger Jahren, Frankfurt.

Luczak, H. (Hrsg.) (1999): Servicemanagement mit System, Erfolgreiche Methoden für die Investitionsgüterindustrie, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg.

Magvas. E.; Spitznagel, E. (2001): Arbeitskräftemangel – Bereits Bremse für Wachstum und Beschäftigungsentwicklung? IAB Kurzbericht Nr. 13/20.7.2001, Nürnberg.

Matthes, Jürgen (2001): Determinanten der New Economy im internationalen Vergleich, *iw-trends* 1/2001, S. 52 – 77.

META Group/TechConsult (2000): Electronic Business in Deutschland, o. O.

Moss-Kanter, Rosabeth (2001): Wie Traditionsfirmen ihren Einstieg ins Internet sicher verpatzen. In: Harvard Business Manager 4/S. 58-72.

Mummert & Partner, o. J.: B2B auf virtuellen Marktplätzen: Momentaufnahmen und Zukunftsszenarien – Eine Chance für Finanzdienstleister! Mummert & Partner, Frankfurt.

Nibler, Marcus F.(1998) Bank Control and Corporate Performance in Germany: The Evidence. Unpublished PhD Thesis, University of Cambridge.

Nordhaus, William D. (2001): Productivity Growth and the New Economy. National Bureau of Economic Research, Working Paper 8096, http://www. nber.org/papers/w8096.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (1992): Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual, Paris.

OECD (2000a): A New Economy? The changing role of innovation an information technology in growth, Paris.

OECD (2000b): Determinants of growth in OECD countries over the past decades an the "New Economy", *OECD Economic Outlook* No. 68, Dezember 2000, Paris, S. 145 – 154.

OECD (Hrsg.) (1994): Using Patent Data as Science and Technology Indicators: Patent Manual 1994. The Measurement of Scientific and Technological Activities. Paris.

Oliner, Stephen D.; Sichel, Daniel E. (2000): The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? Federal Reserve Board, May, (mimeo).

Penzkofer, Horst (2000): Innovationsverhalten der bayerischen Industrie, ifo Institut für Wirtschaftsforschung, (mimeo), München.

Piazolo, Daniel (2001): The New Economy and the International Regulatory Framework. *Kieler Arbeitspapiere* Nr. 1030, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.

Picot, A.; Reichwald R.; Wigand, T. (1996): Die grenzenlose Unternehmung, Information, Organisation und Management, Wiesbaden.

Picot, Arnold; Heger, Dominik; Neuburger, Rahild (2001): Der elektronische Handel – Potenziale für Unternehmen. In: Ifo-Schnelldienst 6/2001, München, S. 19-26.

Piller, Frank (1998): Das Produktivitätsparadoxon der Informationstechnologie. *Wirtschaft und Studium* Heft 5, S. 257 – 262.

Riegler, Thomas (2000): Statistikerhebung im Fachverband Software – Ergebnisse der Umfrage vom Juli 2000, Frankfurt, (nicht veröffentlicht).

Sachverständigenrat (2000): Jahresgutachten 2000/01 des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. *Deutscher Bundestag,* Drucksache 14/4792.

Schedel, Hans (2001): Wo steht der elektronische Handel in Deutschland? In: Ifo-Schnelldienst 6/2001, München, S. 27-33.

Schmidt, Gerd; Trinczek, Rainer (1999): Globalisierung. Ökonomische und ökologische Herausforderungen am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts. Baden-Baden.

Schmidt, Gert; Trinczek, Rainer (1999): Globalisierung. Ökonomische und soziale Herausforderungen am ende des zwanzigsten Jahrhunderts. *Soziale Welt* Bd. 13

Schneider, R.; Lay, G. (Hrsg.) (1999): ProService – Den Wettbewerb aktiv gestalten, Ein Leitfaden für Unternehmen zum Ausbau produktbegleitender Dienstleistungen, VDMA-Verlag Frankfurt/Main und RKW-Verlag Eschborn.

Schnorr-Bäcker, Susanne (2001): Neue Ökonomie und amtliche Statistik. *Wirtschaft und Statistik* Nr. 3, S. 165 – 175.

Schröder, Gerhard (2000): Mythen der New Economy. In: Der Spiegel. 33/2000, S. 86-87.

Schwemmle, Michael; Zanker, Claus (2001): Nicht "Anfang vom Ende", sondern "Ende vom Anfang": E-Commerce nach dem "Hype". In: WSI-Mitteilungen 1/2001, S. 20-26.

Schwitalla, B. (1993): Messung und Erklärung industrieller Innovationsaktivitäten mit einer empirischen Analyse der westdeutschen Industrie. Heidelberg.

Shapiro, Carl; Varian, Hall (1999): Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Boston.

Shepard, Stephen B. (1997): The New Economy: What it Really Means, *Businessweek*, 6. Nov. 1997.

Siebert, Horst (2000): The New Economy – What is Really New? *Kieler Arbeitspapiere Nr. 1000*, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.

Simon, H. (1993): Industrielle Dienstleistungen, Schaeffer-Poeschel-Verlag Stuttgart.

Simon, Herman (2001): E-Frontation. Beitrag im Manager Magazin 9/2001, S. 100-103.

Sontow, K., Kurpiun, R. (1998): Stellenwert eigenständiger Dienstleistungen für den Maschinen- und Anlagenbau; in: ZWF 93 (1998) 4, 154-157.

Stark, Jürgen (2001): Neue Trends in der Unternehmensfinanzierung, Manuskript eines Vortrags auf der KfW/BDI Fachtagung, Wandel in der Unternehmensfinanzierung – Was erwartet den industriellen Mittelstand? Berlin.

Stehr, Nico (2001): Wissen und Wirtschaften. Die gesellschaftlichen Grundlagen der modernen Ökonomie, Frankfurt a. M.

Sterling-Commerce (2001): Studie Hürden im e-business. Daten aus www.e-business.de vom 13.09.

Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (2000): FuE-Datenreport 1999, Essen.

Tilly, R. (1999): Globalisierung aus historischer Sicht und das Lernen aus der Geschichte, Kölner Vorträge zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Heft 41.

Timmers, Paul (2000): Electronic Commerce – Strategies and Models for Business to Business Trading. Chichester, New York u. a.

Töpfer, A.; Mehdorn, H. (Hrsg.) (1996): Industrielle Dienstleistungen: Servicestrategie oder Outsourcing, Luchterhand-Verlag Neuwied.

Uhlig, Anke; Kriegbaum, Herbert (2001): EU-Maschinenbau. Struktur und Trends, Markt & Konjunktur Ausgabe 2001, VDMA, Frankfurt/M.

VDI, Verein Deutscher Ingenieure (1999): Ingenieurbedarf 2000, http://www.vdi.de.

VDMA (Hrsg.) (1994): Maßnahmen zur Neustrukturierung im Maschinenbau, herausgegeben von der Abteilung Betriebswirtschaft. Broschüre, Frankfurt/M.

VDMA (Hrsg.) (1997): Internet und Intranet für den Maschinen- und Anlagenbau. Leitfaden und Praxisbeispiele. Herausgegeben von der Abteilung Informatik des VDMA, Frankfurt/M.

VDMA, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (1998): Ingenieure und Facharbeiter, Maschinenbau Nachrichten, Heft 11.

VDMA (div. Jahrgänge): Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Frankfurt.

Vieweg, Hans-Günter (1996): Perspektiven für den Maschinenbau in Deutschland: Auch Technologieführer brauchen internationale Produktionsverbünde. In: ifo-Schnelldienst Nr. 5, S. 10-17.

Vieweg, Hans-Günter.; Hilpert, Hans-Günther. (1992): Japans Herausforderung an den deutschen Maschinenbau, München-Berlin.

Wansleben, Martin (1999): Maschinen- und Anlagenbau: Finanzpolitische Irritationen müssen ein Ende finden. In. *Wirtschaftsdienst*, HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung Jg. 79, Nr. 12, Hamburg, S. 707-708.

Wengel, Jürgen; Lay, Gunter (2001): Deutschland und USA auf verschiedenen Wegen – Konzepte der Produktionsmodernisierung im Vergleich. Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung Nr. 23, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.

Widmaier, Ulrich (1996): Strukturierte Vielfalt – Eine Institutionen? Theoretische Interpretation der empirischen Befunde des NIFA-Panels. In: Widmaier, Ulrich (Hrsg.): Betriebliche Rationalisierung und ökonomische Realität – Optionen und Differenzierungsprozesse im deutschen Maschinenbau. Opladen, S. 7-20.

Widmaier, Ulrich (2000): Das NIFA-Panel und der deutsche Maschinen- und Anlagenbau. In: Widmaier, Ulrich: Der deutsche Maschinenbau in den neunziger Jahren, Frankfurt.

Widmaier, Ulrich (2000): Kontinuität und Wandel der Betriebsorganisation im deutschen Maschinenbau. In: Widmaier, Ulrich (Hrsg.): Der deutsche Maschinenbau in den 90er Jahren – Kontinuität und Wandel einer Branche. Campus, Frankfurt/Main, S. 279-306.

Wüstenrot (Hg.) (2000): Telearbeit in der postindustriellen Gesellschaft, Stuttgart.

8. Anhang 1: Methodische Erläuterungen zur Patentanalyse

Zur Beschreibung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit in ihrem zeitlichen Verlauf hat sich die Patentanalyse als ein Standardinstrument etabliert, weshalb beispielsweise die OECD ein eigenes Handbuch zur Messung wissenschaftlicher und technologischer Aktivitäten über Patentanalysen bereit gestellt hat[1]. Patentanalysen eignen sich insbesondere für Sektoren mit einer hohen Patentintensität, das heißt mit einer hohen Zahl von Anmeldungen bezogen auf den Umsatz, wozu auch der Maschinenbau zählt.[2]

Bei der Nutzung von Patentanalysen für Ländervergleiche stellt sich die methodische Frage, an welchen Patentämtern dieses sinnvoll ist. Ein grundsätzliches Problem bei nationalen Patentämtern besteht darin, dass das jeweilige Heimatland zu stark vertreten ist, wenn die Patentzahlen in Relation zu anderen Größen wie Forschung, Produktion, Außenhandel oder Beschäftigung gestellt werden. So ist eine Analyse am Deutschen Patentamt durchaus geeignet, um Länder wie Frankreich, Großbritannien und Italien miteinander zu vergleichen; Deutschland dagegen wäre deutlich überbewertet. Eine pragmatische Lösung dieses methodischen Problems besteht in Analysen am Europäischen Patentamt (EPA), weil die dortigen Anmeldungen aus Sicht aller Beteiligten in gleicher Weise Auslandsanmeldungen sind. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass für europäische Länder der europäische Markt strategisch wichtiger ist als für Länder aus Übersee, insbesondere für Japan und die Vereinigten Staaten. Von daher ist bei Patentanalysen am EPA stets in Rechnung zu stellen, dass die letztgenannten Länder nach absoluten Zahlen etwa in Relation zum FuE-Aufkommen zu schwach vertreten sind. Dieser Sachverhalt ist insbesondere bei Japan in Rechnung zu stellen, weil für dieses Land die Vereinigten Staaten der wichtigste Exportmarkt sind. Bei den Vereinigten Staaten führt der Vergleich der EPA-Anmeldungen mit den Exporten zu einer sinnvollen Relation, weil in diesem Fall Europa beim Export an erster Stelle steht.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass ein erheblicher Teil der europäischen Anmeldungen nicht direkt am EPA registriert wird, sondern zunächst eine internationale Anmeldung über das PCT-Verfahren (PCT = Patent Cooperation Treaty) getätigt wird. Diese internationalen Anmeldungen werden, wenn sie unter anderem auch für den europäischen Markt bestimmt sind, mit einer zeitlichen Verzögerung an das EPA weiter gelei-

---

[1] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (Hrsg.) (1994): Using Patent Data as Science and Technology Indicators: Patent Manual 1994. The Measurement of Scientific and Technological Activities. Paris: OECD.

[2] Schwitalla, B. (1993): Messung und Erklärung industrieller Innovationsaktivitäten mit einer empirischen Analyse der westdeutschen Industrie. Heidelberg: Physica-Verlag, S. 155.

tet. Auf Grund ihres hohen quantitativen Anteils sind für Patentanalysen am EPA die so genannten Euro-PCT-Anmeldungen mit berücksichtigt, die nach der internationalen Phase ans EPA übergeleitet werden.

Die Patentrecherche wurde auf der Basis von Symbolen der Internationalen Patentklassifikation (IPK) durchgeführt, wobei eine Zuordnung zu den NACE-Codes 29.1 bis 29.5 auf der Basis einer Konkordanz des ifo-Instituts erfolgte.[1] Bei einer Differenzierung der EPA-Anmeldungen nach Sub-Sektoren zeigt sich insgesamt eine Dominanz der Maschinen für die Erzeugung und Nutzung mechanischer Energie mit nahezu 40 % aller Anmeldungen zum Maschinenbau. Dabei ist aber noch nicht berücksichtigt, dass Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge enthalten, sind, die den Sektoren 34.10.1 sowie 35.30.0 zugeordnet sind. Eine Prüfung für Deutschland hat gezeigt, dass Kfz-Hersteller im engeren Sinn zu etwa 20 % am Sektor 29.1 beteiligt sind. Dieses entspricht in Bezug auf den gesamten Maschinenbau einer Quote von 8 %. Allerdings sind ausgehend von einer technologischen Klassifikation Unschärfen im Hinblick auf eine Sektorklassifikation nicht vollständig zu vermeiden. So gibt es zu Motoren einige Anmeldungen von Bosch im Kontext von Kfz-Zubehör, was sektoral möglicherweise der Elektrotechnik zugeordnet werden müsste.

Zur Messung der Patentspezialisierung wird der übliche Spezialisierungsindex RPA, der so genannte relative Patentanteil, herangezogen. Der Index misst, ob der Patentanteil eines Landes in einem bestimmten Technikbereich dem Anteil entspricht, dem dieser Technikbereich in einer Grundeinheit, z. B. allen Anmeldungen an einem Patentamt, einnimmt oder ob dieser Anteil über- bzw. unterdurchschnittlich ist. International verdeutlicht der Index die Patentposition eines Landes in Relation zu den weltweiten Anmeldungen am EPA insgesamt. Der RPA-Index ist definiert als

$$RPA_{ij} = 100 * \tanh (\ln [(P_{ij}/\sum_j P_{ij})/(\sum_k P_{ij}/\sum_{ij} P_{ij})])$$

mit Pij als Zahl der Patente im Land i und dem Technikfeld j. Dabei ist die wesentliche Relation in den eckigen Klammern gegeben. Sie setzt den Anteil eines Landes i in allen Patenten j in Beziehung zum Anteil des Landes i an der Gesamtzahl aller Patente.[1] Der RPA nimmt (stark) positive Werte an, wenn das zu untersuchende Land einen (sehr viel) größeren Patentanteil in einem Technikfeld aufweist als im Durchschnitt der Refe-

[1] Die NACE-Codes entsprechen den Codes der Wirtschaftszweige (WZ 93).

renzmenge. Der RPA wird (stark) negativ, wenn das Land in dem betrachteten Technikfeld (stark) unterdurchschnittlich aktiv ist. Der ln sorgt für eine Symmetrisierung des Index um den Neutralwert 0, der tanh sorgt für eine Begrenzung des Wertebereiches auf +1/-1. Der Faktor 100 wird aus Gründen der Anschaulichkeit eingeführt; es ergibt sich somit eine Wertebereich von +100 bis –100.

Bei der Recherche nach Anmeldungen mit Doppelklassifikationen im Maschinenbau und einer Technologie der New Economy ergeben sich unerwartet niedrige Quoten. Die Schlussfolgerung wäre allerdings voreilig, dass Technologien der New Economy im Maschinenbau nur marginal Eingang finden. Der Grund für die niedrige Quote bei den Mehrfachklassifikationen ist vielmehr darin zu sehen, dass z. B. mechanische Technologien und Informationstechnologien zwei grundsätzlich verschiedene Bereiche sind und sich Erfindungen in der Regel entweder auf den einen oder aber auf den anderen Aspekt beziehen. Erfindungen, die beide Aspekte in gleicher Weise betreffen, kommen offensichtlich nur selten vor. Informationstechnische Erfindungen, die im Maschinenbau Anwendung finden sollen, aber nicht im Maschinenbau klassifiziert sind, sind in Datenbanken nur schwer identifizierbar, da nur in seltenen Fällen in den Ansprüchen und Abstracts, die in Datenbanken recherchier bar sind, explizite Verweise in dieser Richtung enthalten sind. Trotz dieser methodischen Einschränkung ergeben sich bei den untersuchten Fällen Stichprobengrößen, die sich für statistische Analysen eigen.

---

[1] Durch einfache Umformung der Funktion lässt sich die Relation auch anders darstellen: Sie setzt dann die Verteilung der Patente über das Technikfeld j im Land i in Relation zur entsprechenden Verteilung der Patente über die Technikfelder im übergeordneten Aggregat.

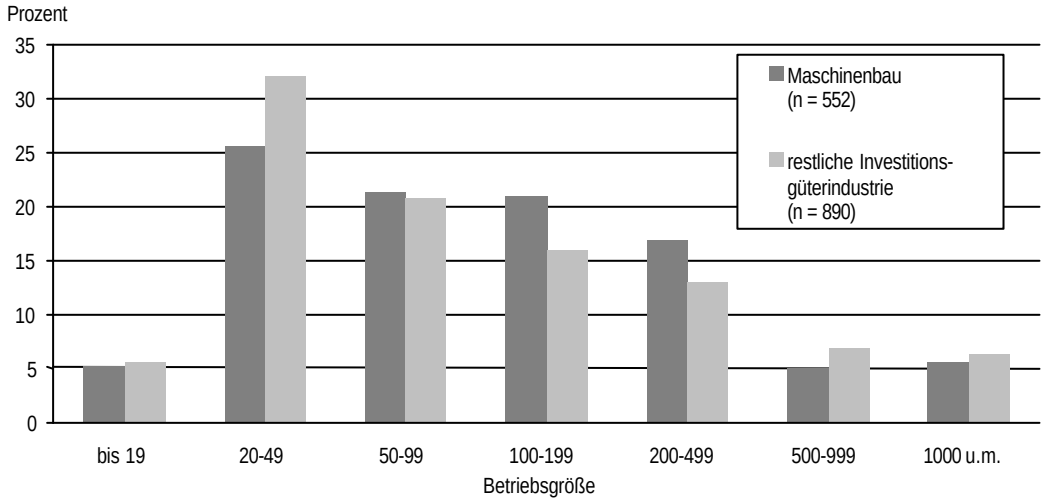
Anhang 2: Die Erhebung Innovationen in der Produktion 1999

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung führt seit 1993 alle zwei Jahre eine Erhebung zu Innovationen in der Produktion durch. Sie richtet sich an Betriebe der Investitionsgüterindustrie Deutschlands. Untersuchungsgegenstand sind die verfolgten Produktionsstrategien, der Einsatz innovativer Organisations- und Technikkonzepte in der Produktion, Fragen des Personaleinsatzes und der Qualifikation sowie 1999 erstmals zum Kooperationsverhalten der Betriebe. Daneben werden Leistungsindikatoren wie Produktivität, Flexibilität, Qualität und Rendite erhoben.

Die vorliegenden Auswertungen stützen sich vorrangig auf Daten der Erhebungsrunde 1999, für die im Herbst 1999 9.823 Betriebe angeschrieben wurden. Bis Dezember 1999 schickten 1.442 Firmen einen verwertbar ausgefüllten Fragebogen zurück (Rücklaufquote: 14,7 Prozent). Die antwortenden Betriebe stellen einen repräsentativen Querschnitt der deutschen Investitionsgüterindustrie dar.

Von den befragten Betrieben zählen 552 zum Maschinenbau. Diese große Zahl und die in der Teilstichprobe der Maschinenbaufirmen im Vergleich zu den anderen Branchen der Investitionsgüterindustrie ähnliche Größenstruktur der Betriebe ermöglicht es, den Maschinenbau gesondert auszuwerten und im Vergleich zur restlichen Investitionsgüterindustrie zu betrachten.

Abbildung 1: Größenstruktur der befragten Firmen



Gelegentlich wurden zu Vergleichszwecken Daten aus den Befragungen von 1997 herangezogen. 1997 antworteten 560 Maschinenbaubetriebe von insgesamt 1329 Investitionsgüter produzierenden Betrieben.