

# **FuE- und Innovationsverhalten von KMU und Großunternehmen unter dem Einfluss der Konjunktur**

---

**Studien zum deutschen Innovationssystem**

**Nr. 22-2004**

---

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)  
L 7, 1 - D-68161 Mannheim  
[www.zew.de](http://www.zew.de)

ifo Institut für Wirtschaftsforschung (ifo)  
Poschingerstr. 5 - 81679 München  
[www.ifo.de](http://www.ifo.de)

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin (DIW)  
Königin-Luise-Straße 5 - 14195 Berlin  
[www.diw.de](http://www.diw.de)

SV Gemeinnützige Gesellschaft für Wissenschaftsstatistik mbH (SV)  
Barkhovenallee 1 - 45239 Essen  
[www.wissenschaftsstatistik.de](http://www.wissenschaftsstatistik.de)

Mannheim, München, Berlin und Essen, Mai 2004

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Das BMBF hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

**Autor/inn/en:**

Christian Rammer (ZEW, Projektleitung)

Horst Penzkofer (ifo)

Andreas Stephan (DIW)

Christoph Grenzmann (SV)

*unter Mitarbeit von*

Diana Heger (ZEW) und Bernhard Nagel (SV)

**Studien zum deutschen Innovationssystem**

**Nr. 22-2004**

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Hannoversche Str. 28-30, 10115 Berlin, Tel.: 01888/57-0.

[www.technologische-leistungsfahigkeit.de](http://www.technologische-leistungsfahigkeit.de)

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des BMBF oder des Instituts reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

**Kontakt und weitere Informationen:**

Dr. Christian Rammer

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)

Forschungsbereich Industrieökonomik und Internationale Unternehmensführung

L 7,1

D-68161 Mannheim

Tel: +49 - (0) 621 1235 184

Fax: +49 - (0) 621 1235 170

Email: [rammer@zew.de](mailto:rammer@zew.de)

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1	Fragestellung .....	7
1.2	Zielsetzung .....	9
<b>2</b>	<b>Zum Konjunktoreinfluss auf FuE und Innovationen in Unternehmen</b> .....	<b>11</b>
2.1	Übertragungsmechanismen .....	12
2.2	Ein konzeptionelles Modell als Basis für die empirische Untersuchung .....	17
<b>3</b>	<b>FuE, Innovation und Wirtschaftswachstum: eine deskriptive Analyse</b> .....	<b>20</b>
3.1	FuE, Innovation und Wirtschaftswachstum in Deutschland .....	20
3.2	FuE und Wirtschaftswachstum im internationalen Vergleich.....	29
<b>4</b>	<b>Veränderung der FuE-Komponenten im Konjunkturzyklus in Deutschland</b> .....	<b>35</b>
4.1	Entwicklung von FuE-Komponenten im verarbeitenden Gewerbe .....	35
4.2	Entwicklung von FuE-Komponenten in FuE-intensiven Industriebranchen .....	39
<b>5</b>	<b>Konjunkturelle Einflüsse auf die Höhe der FuE-Ausgaben</b> .....	<b>45</b>
5.1	Datengrundlage und Methode der ökonometrischen Schätzungen .....	45
5.2	Ergebnisse der Modellschätzungen .....	49
5.3	FuE-Aktivitäten im Konjunkturverlauf: Ergebnisse von Fallstudien .....	56
<b>6</b>	<b>Konjunktorentwicklung und Innovationsverhalten in der westdeutschen Industrie</b> .....	<b>61</b>
6.1	Datenbasis .....	62
6.2	Innovationsverhalten im Konjunkturzyklus .....	66
6.3	Mikroökonometrische Analysen zu Innovationsbeteiligung und -erfolg.....	75
<b>7</b>	<b>FuE und Konjunktur im internationalen Vergleich</b> .....	<b>84</b>
7.1	Korrelationsanalysen .....	84
7.2	Multivariate Analysen mit Fehlerkorrekturmodellen.....	88
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</b> .....	<b>96</b>
8.1	Hauptergebnisse .....	96
8.2	Schlussfolgerungen .....	106
<b>9</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>109</b>
<b>10</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>113</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1:	Interne FuE-Aufwendungen und gesamte Innovationsaufwendungen im verarbeitenden Gewerbe in Westdeutschland 1980-2002 (zu konstanten Preisen von 1991) im Konjunkturverlauf.....	22
Abb. 3-2:	Veränderungsraten der Deflatoren für interne FuE-Aufwendungen und für Innovationsaufwendungen im verarbeitenden Gewerbe in Westdeutschland 1981-2002 in %.....	23
Abb. 3-3:	Innovationsaufwendungen im verarbeitenden Gewerbe Westdeutschlands 1982-2002 (zu konstanten Preisen von 1991) im Konjunkturverlauf, differenziert nach laufenden und investiven Aufwendungen .....	24
Abb. 3-4:	Innovationsbeteiligung in der westdeutschen Industrie 1981-2001 im Konjunkturzyklus nach Unternehmensgrößenklassen.....	25
Abb. 3-5:	Innovationsbeteiligung in der westdeutschen Industrie 1980-2002 im Konjunkturzyklus nach Produkt- und Prozessinnovatoren.....	26
Abb. 3-6:	Umsatzanteil mit neuen Produkten in der westdeutschen Industrie 1980-2002 im Konjunkturzyklus nach Markteinführungs- und Wachstumsphase .....	27
Abb. 3-7:	Direkte staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen in Deutschland 1980-2002 (zu konstanten Preisen von 1991) differenziert nach im Konjunkturverlauf.....	28
Abb. 3-8:	FuE-Aufwendungen der Wirtschaft und Bruttoinlandsprodukt in OECD-Ländern 1982-2001 (jährliche Veränderungsrate in %).....	30
Abb. 3-9:	FuE-Aufwendungen der Wirtschaft und Bruttoinlandsprodukt in den fünf großen OECD-Ländern 1979-2001 (jährliche Veränderungsrate in %).....	31
Abb. 4-1:	Veränderung der Finanzierung der gesamten FuE-Aufwendungen nach Quellen <sup>1)</sup> im westdeutschen verarbeitenden Gewerbe 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %).....	36
Abb. 4-2:	Veränderung der internen und externen FuE-Aufwendungen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %) .....	37
Abb. 4-3:	Veränderung der internen FuE-Aufwendungen nach Ausgabenart in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %) .....	37
Abb. 4-4:	Veränderung der externen FuE-Aufwendungen nach Empfängergruppen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %).....	38
Abb. 4-5:	Veränderung der gesamten FuE-Aufwendungen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %) .....	40
Abb. 4-6:	Veränderung der staatlichen Finanzierung von FuE in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %) .....	41
Abb. 4-7:	Veränderung der Finanzierung von FuE aus dem Ausland in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %).....	42

Abb. 4-8:	Veränderung der FuE-Investitionen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %) .....	43
Abb. 4-9:	Veränderung der externen FuE-Aufwendungen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsraten in %) .....	44
Abb. 5-1:	Kurzfristiger Anpassungsparameter von FuE: Ausmaß der Veränderung von FuE-Komponenten auf konjunkturelle Veränderungen (verarbeitendes Gewerbe Deutschland 1981-2001) <sup>a)</sup> .....	50
Abb. 5-2:	Kurzfristiger Anpassungsparameter von FuE: Ausmaß der Veränderung der gesamten FuE-Aufwendungen auf konjunkturelle Schocks, differenziert nach Unternehmensgröße und Dekaden (verarbeitendes Gewerbe Deutschland 1981-2001) <sup>a)</sup> .....	53
Abb. 6-1:	Innovationsziele von Produktinnovatoren in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002 .....	68
Abb. 6-2:	Innovationsziele von Prozessinnovatoren in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002 .....	69
Abb. 6-3:	Herkunft der Innovationsideen in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002 .....	71
Abb. 6-4:	Hemmnisse von Innovatoren in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002 .....	73
Abb. 7-1:	Ausmaß der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern im Zeitraum 1976-2001 <sup>a)</sup> .....	93
Abb. 7-2:	Ausmaß der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in der OECD im Zeitraum 1980-2001 differenziert nach Branchen <sup>a)</sup> .....	94
Abb. 7-3:	Abweichung der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen von Industriebranchen in Deutschland vom Durchschnitt in der OECD im Zeitraum 1980-2001 <sup>a)</sup> .....	95

## Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1:	Korrelation zwischen der Veränderungsrate von FuE- und Innovationsindikatoren und der Veränderungsrate des realen Wirtschaftswachstums 1980-2002 in der westdeutschen Industrie .....	29
Tab. 3-2:	Veränderung der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen und reales Wirtschaftswachstum 1979-2002 in OECD-Ländern: Korrelationskoeffizienten und Variationskoeffizienten.....	32
Tab. 3-3:	Schwankung der FuE-Aufwendungen in den 80er und 90er Jahren in OECD-Ländern: Standardabweichung und Variationskoeffizient der Wachstumsrate der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen .....	33
Tab. 7-1:	Korrelation zwischen der Veränderungsrate der realen FuE-Aufwendungen ( $\Delta$ FuE) und des realen Wachstums der Bruttowertschöpfung ( $\Delta$ BW) 1980-2000 in FuE-intensiven Industriebranchen in den fünf großen OECD-Ländern.....	86
Tab. 7-2:	Durchschnittliche jährliche Veränderungsrate (%) und Variationskoeffizient der Veränderungsrate (%) der realen FuE-Aufwendungen ( $\Delta$ FuE) und des realen Wachstums der Bruttowertschöpfung ( $\Delta$ BW) 1980-2000 in FuE-intensiven Industriebranchen in den OECD-Ländern .....	86
Tab. 7-3:	Schätzergebnisse für die langfristigen Regressionskoeffizienten im Fehlerkorrekturmodell ...	92
Tab. 10-1:	Veränderung der Komponenten der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Westdeutschland 1979-1999 nach Konjunkturperioden, differenziert nach Branchengruppen (durchschnittliche jährliche Veränderungsrate zu konstanten Preisen von 1991 in %). .....	113
Tab. 10-2:	Determinanten der Höhe der FuE-Aktivitäten von Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1981-2001, differenziert nach Komponenten der FuE-Aktivitäten <sup>a)</sup> .....	116
Tab. 10-3:	Determinanten der Höhe der gesamten FuE-Aufwendungen von Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1981-2001, differenziert nach Unternehmensgröße und Zeitraum <sup>a)</sup> .....	117
Tab. 10-4:	Zusammensetzung des verwendeten ifo-Unternehmenspanels nach Branchen und Beschäftigtengrößenklassen .....	118
Tab. 10-5:	Determinanten des Innovationsverhaltens (Produkt- und oder Prozessinnovation) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Probitmodellen <sup>a)</sup> ).....	119
Tab. 10-6:	Determinanten des Innovationsverhaltens (Produktinnovation) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Probitmodellen <sup>a)</sup> ) .....	120
Tab. 10-7:	Determinanten des Innovationsverhaltens (Prozessinnovation) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Probitmodellen <sup>a)</sup> ) .....	121
Tab. 10-8:	Determinanten des Innovationsverhaltens der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 im Überblick: Vergleich von nicht-gelagten und gelagten Modellen (Parameterschätzwerte von Probitmodellen <sup>a)</sup> ) .....	122
Tab. 10-9:	Determinanten des Innovationserfolgs (Umsatzanteil Markteinführungsphase) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Tobit-Modellen <sup>a)</sup> ) .....	123

Tab. 10-10: Determinanten des Innovationserfolgs (Umsatzanteil Wachstumsphase) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Tobit-Modellen <sup>a)</sup> )	124
Tab. 10-11: Durchschnittliche jährliche Veränderungsrate (%) und Variationskoeffizient der Veränderungsrate (%) der realen FuE-Aufwendungen ( $\Delta$ FuE) und des realen Wachstums der Bruttowertschöpfung ( $\Delta$ BW) 1980-2000 in FuE-intensiven Industriebranchen in den fünf großen OECD-Ländern <sup>a)</sup> .....	125
Tab. 10-12: Parameterschätzwerte für den Anpassungskoeffizienten $\phi$ (Anpassung der FuE-Aufwendungen an konjunkturelle Schocks in der vorangegangenen Periode) differenziert nach Ländern und Branchen <sup>a)</sup> .....	126



# 1 Einleitung

## 1.1 Fragestellung

In den vergangenen Jahren geriet die Frage der Konjunkturabhängigkeit des FuE- und Innovationsverhaltens von Unternehmen verstärkt in den innovationspolitischen Blickpunkt. Hintergrund ist der weltweite Rückgang der FuE-Aufwendungen Anfang der 90er Jahre, der parallel zu einer konjunkturellen Schwächephase stattfand. Zuvor, d.h. seit der systematischen Erfassung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft ab den 1950er Jahren, hatten die FuE-Aufwendungen der Unternehmen in allen OECD-Ländern bis Anfang der 90er Jahre mehr oder weniger kontinuierlich zugenommen. Insbesondere die 80er Jahre sahen - trotz schwierigen konjunkturellen Umfelds - einen ungebrochenen Aufwärtstrend bei der "Zukunftsinvestition" FuE: Die Forschungsaufwendungen der Unternehmen gemessen am Bruttoinlandsprodukt stiegen in den großen OECD-Ländern von unter 1,2 % (1979) auf knapp 1,7 % (1990) praktisch stetig an. Mit der weltweiten Rezession Anfang der 90er Jahre fielen sie jedoch abrupt auf 1,5 % des BIP (1994) ab. Erst im Jahr 2000 wurde wieder das Niveau von 1990 erreicht.

Zur Konjunkturabhängigkeit von FuE und Innovationen gibt es unterschiedliche Erwartungen: Für eine Konjunkturabhängigkeit sprechen systematische Veränderungen der Angebots- und Nachfragebedingungen für FuE im Konjunkturzyklus (Finanzierungsmöglichkeiten, Nachfrage nach Innovationen), die entsprechende Anpassungsentscheidungen der Unternehmen nach sich führen. FuE und Innovationen verhalten sich demnach ähnlich wie Investitionen in das Sachvermögen. Dagegen spricht, dass Forschung und die Entwicklung neuer Produkte unter langfristigen Gesichtspunkten durchgeführt werden, die sich nicht von der aktuellen Marktsituation, sondern von der Marktdynamik über Konjunkturzyklen hinweg und den technologischen Möglichkeiten leiten lassen. Wegen hoher *sunk costs* bei vorzeitiger Beendigung oder Einschränkung von FuE-Projekten und hohen Anpassungskosten bei kurzfristigen Ausweitungen der FuE-Tätigkeit sollte das Niveau der FuE einem langfristigen Optimum folgen und nicht kurzfristig schwanken.

Die Frage der Konjunkturabhängigkeit von FuE- und Innovationsaufwendungen der Wirtschaft wurde bislang sowohl im makroökonomischen wie mikroökonomischen Kontext untersucht. Diese Studien kommen fast ausnahmslos zum Ergebnis, dass FuE und Innovationen prozyklisch schwanken. Guellec und Ioannidis (1999) untersuchen die Veränderungen in der Höhe der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in größeren OECD-Ländern im Zeitraum 1972-1995. Die jährlichen Schwankungen werden wesentlich durch (a) das Wirtschaftswachstum, (b) den Umfang der staatlichen Finanzierung von Unternehmens-FuE sowie

(c) der Strukturverschiebung von der Industrie hin zum Dienstleistungssektor erklärt. Bei kleineren OECD-Ländern spielt auch der Realzinssatz eine Rolle. Eine Zunahme der Zyklizität über die Zeit können sie nicht feststellen. Geroski und Walters (1995) zeigen eine Ballung von Innovationsaktivitäten (weltweite Marktneuheiten und Patentanmeldungen im Zeitraum 1948-1983) in wirtschaftlichen Boomphasen und weisen auch darauf hin, dass das Ausmaß der Innovationsaktivitäten selbst die Konjunkturentwicklung beeinflusst. Hall und Mairesse (1995) sowie Himmelberg und Petersen (1994) betonen den positiven, zyklisch schwankenden Einfluss des Cashflows auf die Höhe der FuE-Aufwendungen.

Während FuE-Aufwendungen einen Inputfaktor darstellen, bilden Innovationen das Ergebnis von FuE-Prozessen und der Bemühungen zur Neu- und Weiterentwicklung von Technologien. Zur Innovationstätigkeit liegen allerdings keine international vergleichbaren Indikatoren auf Jahresbasis für einen längeren Zeitraum vor, so dass Aussagen zur konjunkturellen Schwankung von Innovationen nur sehr eingeschränkt getroffen werden können. Patente - als ein Outputmaß von FuE-Aktivitäten - sind als Indikator insofern problematisch, als in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Entwicklung der Patentanmeldezahlen wesentlich von Änderungen im strategischen Verhalten der Unternehmen beeinflusst war und diese Verhaltensänderungen in einzelnen Ländern offenbar zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgetreten waren, eine exakte Gewichtung dieser "strategische Wachstumskomponente" jedoch nicht möglich ist (vgl. Blind et al. 2003). In einer Untersuchung, die die Periode bis Anfang der 80er Jahre abdeckt, zeigen Geroski und Walters (1995) eine Ballung von Innovationsaktivitäten (weltweite Marktneuheiten und Patentanmeldungen im Zeitraum 1948-1983) in wirtschaftlichen Boomphasen und weisen auch darauf hin, dass das Ausmaß der Innovationsaktivitäten selbst die Konjunkturentwicklung beeinflusst. Auf Basis von deutschen Unternehmensdaten zeigte Smolny (2003) für den Zeitraum 1980-1992, dass die Innovationsaktivitäten von Industrieunternehmen (sowohl was die Innovationsbeteiligung als auch die Innovationsaufwendungen betrifft) von der Kapazitätsauslastung, den mittelfristigen Nachfrageerwartungen und der aktuellen Nachfragesituation in einer Branche positiv beeinflusst werden.

Die bislang vorliegenden Untersuchungen differenzieren jedoch nicht nach unterschiedlichen Zeiträumen und können daher etwaige Änderungen in der Konjunkturabhängigkeit von FuE- und Innovationsentscheidungen der Unternehmen zwischen den 80er und den 90er Jahren nicht abbilden. Auch werden alle Unternehmen im Aggregat betrachtet. Es liegen jedoch zahlreiche Hinweise vor, dass der Konjunkturlauf auf FuE und Innovationen in kleinen Unternehmen systematisch anders als in Großunternehmen ist, u.a. wegen deutlich unterschiedlicher Fixkosteneffekte, Finanzierungsbedingungen, Internationalisierungsgrade und Absorptionsfähigkeiten.

## 1.2 Zielsetzung

Im Zentrum dieser Studie steht daher die Untersuchung des Konjunkturlinflusses auf das FuE- und Innovationsverhalten von kleinen und mittelgroßen Unternehmen einerseits (KMU) und Großunternehmen andererseits in Deutschland im Zeitraum von 1980 bis zum aktuellen Rand (2000-02). Dabei soll geprüft werden, inwieweit es zu Verhaltensänderungen zwischen den 80er und 90er Jahren kam. Fünf Fragen stehen im Mittelpunkt:

- Wie stark beeinflusst die Konjunktur FuE- und Innovationsentscheidungen von Unternehmen, und über welche Übertragungsmechanismen wirkt die Konjunktur auf FuE und Innovation in Unternehmen?
- Haben sich Stärke und Art des Konjunkturlinflusses zwischen den 80er und den 90er Jahren geändert?
- Sind KMU in ihren FuE- und Innovationsentscheidungen in anderer Weise von der Konjunktur beeinflusst als Großunternehmen?
- Wie stark ist der Konjunkturlinfluss auf die FuE-Aufwendungen in Deutschland im internationalen Vergleich, und überwiegen dabei Branchenunterschiede oder Länderunterschiede?

Zur Untersuchung dieser Fragen werden unterschiedliche empirisch-methodische Zugangswege gewählt und zusammengeführt. Auf Unternehmensebene wird mikroökonomisch der Einfluss von konjunkturellen Faktoren auf die FuE- und Innovationsentscheidung unter Nutzung von zwei umfangreichen und den gesamten Zeitraum der 80er und 90er Jahre abdeckenden Paneldatensätzen analysiert:

- Die Unternehmensdaten der Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft enthalten Daten zum Umfang und zur Struktur der FuE-Aktivitäten von Unternehmen in Deutschland und dienen zur Analyse des Konjunkturlinflusses auf die Höhe der FuE-Aufwendungen und des FuE-Personaleinsatzes. Die FuE-Aufwendungen werden differenziert nach internen und externen Aufwendungen sowie nach der Finanzierungsseite (Unternehmenssektor, Staat, Ausland), die Nachfrage nach FuE-Personal wird nach Wissenschaftler und sonstigem Personal unterschieden.
- Die Unternehmensdaten des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung stammen aus dem monatlichen ifo Konjunkturtest, der einmal im Jahr eine Zusatzfrage zur Innovationstätigkeit enthält. Auf dieser Datengrundlage werden Analysen zum Einfluss der Konjunkturschätzung der Unternehmen auf die Durchführung von Produkt- oder Prozessinnovationen

(Innovationsbeteiligung) und den Umsatzanteil mit Produkten in der Markteinführungs- und der Wachstumsphase (Innovationserfolg) durchgeführt.

Die Ergebnisse der mikroökonomischen Analysen werden durch Fallstudien zum Einfluss der Konjunktur auf FuE-Entscheidungen in KMU und Großunternehmen unterschiedlicher Branchen ergänzt. Hierfür wurden Interviews mit für FuE zuständigen Managern in ausgewählten Unternehmen zur Änderung des Innovationsverhaltens während des letzten Konjunkturzyklus (1993/94 bis 2001/02) geführt und dabei die Bedeutung von konjunkturellen Faktoren im Verhältnis zu unternehmensspezifischen Faktoren und anderen Einflüssen bei Entscheidungen über FuE- und Innovationsprojekte und -ausgaben diskutiert.

Ein internationaler Vergleich des Konjunkteinflusses auf FuE und Innovation ist mangels Verfügbarkeit von entsprechenden Unternehmensdaten für andere Länder nur aggregiert auf Branchenebene möglich. Durch eine Zusammenführung der OECD-Datenbanken zu FuE-Aufwendungen (ANBERD) und zur Produktion (STAN) auf einer einheitlichen Branchenebene wird der branchenspezifische Zusammenhang zwischen Produktionsveränderungen und der Entwicklung der FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich untersucht.

Diese Analysen werden für Deutschland ergänzt um eine detaillierte Betrachtung der Entwicklung einzelner FuE-Komponenten im Konjunkturverlauf (interne und externe FuE-Aufwendungen, Empfänger von externen FuE-Aufwendungen, Finanzierungsquellen der FuE-Aufwendungen, Personal-, Sach- und Investitionsaufwendungen für FuE). Hierfür werden die FuE-Daten des Stifterverbands für den Zeitraum 1981 bis 1999 so aggregiert, dass über den gesamten Zeitraum hinweg eine einheitliche Branchenzuordnung (trotz zwischenzeitlicher Änderung der Wirtschaftszweigsystematik im Jahr 1993) vorliegt.

## 2 Zum Konjunktoreinfluss auf FuE und Innovationen in Unternehmen

Das konjunkturelle Umfeld beeinflusst Entscheidungen von Unternehmen, in FuE und Innovationen<sup>1</sup> zu investieren, auf vielfältige Weise. Im Folgenden werden die wichtigsten Übertragungsmechanismen, die zwischen Veränderungen im konjunkturellen Umfeld auf der einen Seite und dem FuE-Verhalten der Unternehmen auf der anderen Seite existieren, zusammengefasst und beschrieben. Die Konjunktur - verstanden als nicht-saisonale Schwankungen im wirtschaftlichen Aktivitätsniveau im Verlauf mehrerer Jahre (siehe Übersicht 1) - wird dabei als exogen zum FuE-Verhalten der Unternehmen gesehen, d.h. die FuE-Entscheidungen beeinflussen nicht unmittelbar die konjunkturelle Lage.

### Übersicht 1: Konjunktur

Unter Konjunktur werden mehrjährige, mehr oder weniger regelmäßige Schwankungen in der gesamtwirtschaftlichen Aktivität verstanden. Die Konjunktur äußert sich in unterschiedlichen Wachstumsraten der Produktion, Schwankungen in der gesamtwirtschaftlichen Auslastung der Produktionsfaktoren (Kapazitätsauslastung von Sachkapital, Arbeitslosigkeit), Schwankungen in den Preisen für Produktionsfaktoren (Zins, Lohn), Schwankungen in der Güternachfrage und daraus resultierende Schwankungen im Lagerbestand, den Erzeugerpreisen und den Gewinnen sowie in Schwankungen des Faktorangebots (Kapital, Arbeit). Die konjunkturelle Lage beeinflusst wesentlich die Erwartungen der Unternehmen über die künftige wirtschaftliche Entwicklung und damit alle zukunftsgerichteten Entscheidungen, insbesondere Investitionen.

Die Konjunktur kann über verschiedene Größen erfasst werden. Gängige Messkonzepte ("Konjunkturindikatoren") sind die Veränderung der Produktion (BIP-Wachstum), die gesamtwirtschaftliche Kapazitätsauslastung (tatsächlicher zu Potenzial-Output), die Veränderung der Arbeitsnachfrage (geleistete Stunden), Reallohn und Zinssatz, Auftragseingänge und Produktionserwartungen, die Veränderung der Lagerbestände, Gewinne oder die inflationsbereinigte Entwicklung der Geldmenge. Wenngleich diese Indikatoren hoch korreliert sind, weisen sie üblicherweise unterschiedliche Verläufe und Amplituden auf.

Zur Charakterisierung der Konjunktur spricht man von *Aufschwunghasen*, wenn die gesamtwirtschaftliche Kapazitätsauslastung zunimmt, von einer *Hochkonjunktur* als die Phase sehr hohe Auslastung und hoher Wachstumsraten der Produktion, als *Abschwunghase* werden Phasen rückläufiger Kapazitätsauslastung, und als *Rezession* Zeiträume mit rückläufiger realer Produktion (d.h. negativem Wirtschaftswachstum) bezeichnet.

Quelle: Oppenländer (1996), Tichy (1994), Zarnowitz (1992)

Gleichwohl ist es denkbar - und wurde auch von verschiedenen Autoren argumentiert -, dass FuE und die Verbreitung von Innovationen - d.h. der technische Fortschritt - die wirtschaftliche Entwicklung sowohl in konjunktureller Sicht<sup>2</sup> als auch langfristig, im Sinn von langen

---

<sup>1</sup> Im Folgenden wird verkürzend nur von FuE gesprochen, womit stets Investitionen in die Entwicklung neuen Wissens, neuer Produkte und neuer Verfahren gemeint sind.

<sup>2</sup> Vgl. Schumpeter (1936), in dessen Konjunkturtheorie Konjunkturzyklen durch Innovationen ausgelöst werden, konkret durch Markteintritte neuer Unternehmen mit neuen Produkten, die aufgrund von Spillover- und Demonstrationseffekten, die von einem Erstinovator auf potenzielle Imitatoren ausstrahlen, zeitlich geballt auftreten.

Wellen der Wirtschaftsdynamik beeinflussen.<sup>3</sup> Dieser umgekehrte Wirkungszusammenhang - FuE beeinflusst die Konjunktur - wird in dieser Arbeit allerdings ausgeblendet.

## 2.1 Übertragungsmechanismen

In der Literatur<sup>4</sup> werden verschiedene Faktoren diskutiert, die FuE-Entscheidungen beeinflussen und gleichzeitig als konjunkturabhängig betrachtet werden können. Hierzu zählen insbesondere die Entwicklung von Faktor- und Güterpreisen sowie der Kapazitätsauslastung und daraus resultierende Veränderungen in den Finanzierungsmöglichkeiten der Unternehmen, sowie die Nachfragedynamik und Erwartungen über deren Entwicklung. Dabei gelten im Prinzip ähnliche Zusammenhänge wie zwischen Konjunktur und Investitionsentscheidungen im Allgemeinen. Im Wesentlichen können fünf unterschiedliche Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE unterschieden werden:

Erstens beeinflusst die aktuelle konjunkturelle Situation die *internen Finanzierungsbedingungen* von Unternehmen: In Zeiten hoher und wachsender Nachfrage ist die Profitabilität der Unternehmen meist überdurchschnittlich gut, und damit auch die Eigenfinanzierungsmöglichkeit von unsicheren Investitionen aus dem Cashflow. Eine überdurchschnittliche Profitabilität in Hochkonjunkturphasen (und umgekehrt eine unterdurchschnittliche in Rezessionsphasen) ist aus mehreren Gründen plausibel und empirisch nachgewiesen: Zum einen führen temporäre Ungleichgewichte auf den Gütermärkten zu einer temporären Preissetzungsmacht der Anbieter, d.h. zu höheren Markups. Zum anderen können bei einer sehr hohen Auslastung der Produktionskapazitäten skalenertragsbedingte Produktionskostenvorteile genutzt werden. Diesen die Profitabilität erhöhenden Effekten stehen allerdings auch kostentreibende Effekte von Hochkonjunkturphasen wie die Erhöhung der Kosten für Vorleistungen und Produktionsfaktoren gegenüber.

Zweitens ändern sich im Konjunkturzyklus auch die Angebots- und Nachfrageverhältnisse am Kapitalmarkt. Kräftiges Marktwachstum führt zu einer steigenden Nachfrage nach *Kredit*, insbesondere um bei hoher Kapazitätsauslastung Erweiterungsinvestitionen zu finanzieren. Dadurch steigt in der Regel der Realzinssatz und verteuert Investitionen. Dies kann die *Fremdfinanzierung* gerade von FuE erschweren, da der interne Zinsfuß von FuE-Investitionsprojekten meist unter dem von Erweiterungsinvestitionen liegt, insbesondere

---

<sup>3</sup> Vgl. Mensch (1979) oder Kondratieff (1935) zur Theorie der langen Wellen und der Rolle neuer Basistechnologien für säkulare Wellen der Wirtschaftsentwicklung.

<sup>4</sup> Vgl. Guellec und Ioannidis (1999), Guellec und van Pottlesberghe de la Potterie (2001), Le Bas (2001), Geroski und Walters (1995), Geroski und Machin (1993).

wenn eine Marktausweitung erwartet wird. Im Wettbewerb um die knappe Ressource Kreditgeld werden FuE-Projekte gegenüber Sachkapitalinvestitionen zurückgestellt. In wachstumsschwachen Zeiten mit tendenziell niedrigen Realzinsen bieten sich demgegenüber vergleichsweise günstigere Fremdfinanzierungsbedingungen für FuE. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass die Fremdfinanzierung von mit hohen Unsicherheiten behafteten Projekten über den Kreditmarkt wegen der Nicht-Rückversicherbarkeit von Unsicherheit grundsätzlich eingeschränkt ist, d.h. FuE-Projekte häufig einer starken Kreditrationierung unterliegen. Für größere Unternehmen, die Mittel für FuE-Projekte im Rahmen einer Gesamtunternehmensfinanzierung bereitstellen, können Änderungen in den Fremdfinanzierungsbedingungen (Realzinssätze für Kredite oder Wertpapier) sehr wohl wesentliche Auswirkungen auf die Finanzierungsmöglichkeiten für FuE und Innovationen haben.

Aber auch für alternative Finanzierungsformen von FuE-Projekten, wie z.B. *Wagniskapital*, können Zusammenhänge zwischen Angebotsbedingungen und Konjunktur vermutet werden, wenngleich prozyklischer Art: Wagniskapital ist in Hochkonjunkturphasen wegen des starken Zuflusses an Beteiligungskapital aufgrund der erwarteten prozyklischen Erhöhung von Unternehmenswerten und den günstigen Ausstiegsoptionen für Wagniskapitalinvestoren über Aktienmärkte (hohes Kursniveau) in der Regel leichter erhältlich als in Rezessionsphasen.

Drittens verändern sich im Konjunkturverlauf auch die Preise für den Faktor Arbeit, wobei für FuE-Entscheidungen vor allem die *Löhne für höher Qualifizierte* relevant sind. Da Personalaufwendungen knapp zwei Drittel der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft ausmachen, werden Preisänderungen in den Löhnen Rückwirkungen auch auf die Ausgabenentscheidungen der Unternehmen im FuE-Bereich haben. Die Reallohnentwicklung folgt in der Regel mit einer etwa einjährigen Verzögerung auf die Veränderung im Produktionsvolumen (Wirtschaftswachstum), so dass über diesen Mechanismus ein verzögerter antizyklischer Einfluss zu erwarten ist.

Neben Preisveränderung für den Faktor Arbeit können auch absolute Knappheiten im *Angebot von hoch Qualifizierten* Entscheidungen über FuE beeinflussen. Da das Angebot an hoch Qualifizierten in der Regel über die Konjunkturzyklen hinweg relativ konstant und kurzfristig kaum ausgeweitet werden kann - von der Zuwanderung hoch Qualifizierter aus dem Ausland vielleicht abgesehen - kann eine kurzfristig hohe Nachfrage nach diesem Arbeitskräftesegment zu absoluten Barrieren für FuE-Projekte führen, wenn das benötigte Personal wegen fehlenden Angebots nicht eingestellt werden kann. Fachkräftemangel in der Hochkonjunktur kann aber auch zu Verschiebungen zwischen Unternehmensaktivitäten zuungunsten von FuE führen: Bei günstigen Absatzaussichten und knappen Humankapitalressourcen können die verfügbaren Kräfte verstärkt für Produktion und Vermarktung eingesetzt werden, um das Ab-

satzpotenzial voll auszuschöpfen. Demgegenüber werden FuE-Projekte - zumindest temporär - zurückgesteckt.

Viertens ist die aktuelle Entwicklung von Angebot und Nachfrage auf den Absatzmärkten der Unternehmen meistens der am nächsten liegende und einfachste *Indikator für die künftige Marktentwicklung*. Entscheidungen über Investitionen in FuE werden unter Unsicherheit gefällt, wobei der Ertrag der FuE-Investition nicht nur vom "technologischen Erfolg" des Projekts, sondern auch von der künftigen Akzeptanz durch den Markt und der Nachfrage nach den aus FuE-Projekten hervorgegangenen neuen Produkten abhängt. Aktuell wachsende Märkte versprechen zumindest in der kurzfristigen Perspektive weiteres Wachstum und können unsichere Investitionen stimulieren, während eine aktuell schrumpfende Nachfrage die Bereitschaft, Zukunftsinvestitionen zu tätigen, einschränken kann.

Fünftens ist auch zu beachten, dass sich das Angebot *staatlicher FuE-Finanzierung für Unternehmen* mit der konjunkturellen Situation ändern kann. Ob dieses Angebot pro- antizyklisch schwankt, hängt von politischen Entscheidungen ab. Denkbar ist einerseits, dass der Staat in konjunkturell schwachen Zeiten die Funktion eines "automatischen Stabilisators" einnimmt und versucht, die privaten FuE-Aufwendungen durch besonders hohe Fördermittel auf einem aus langfristiger Perspektive gewünschten hohen Niveau zu halten. Andererseits bringen gerade Rezessionsphasen niedrigere Steuereinnahmen und damit interne Finanzierungsschwierigkeiten des Staates mit sich. Ausgabenkürzungen könnten überdurchschnittlich stark die FuE-Förderung für Unternehmen betreffen, da in diesem Bereich meist leichter reduziert werden kann, während viele andere staatliche Ausgabenbereiche wegen vertraglicher Verpflichtungen schwerer kurzfristig angepasst werden können. Eine Langfristuntersuchung der OECD (Guellec und Ioannidis 1999) zeigte, dass die staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen im Zeitraum 1969 bis 1994 tatsächlich sehr stark prozyklisch schwankt, und zwar wesentlich stärker als die von den Unternehmen selbst finanzierte FuE.

Die Wirkungszusammenhänge zwischen Konjunktur und FuE sind somit nicht eindeutig. *Prozyklischen Effekten* (über Markterwartungen, Innenfinanzierung) stehen *antizyklische* (Löhne, Fachkräftemangel, Kreditfinanzierungsbedingungen) gegenüber. Außerdem wirken konjunkturelle Rahmenbedingungen auf einzelne *Komponenten der FuE-Aktivitäten* unterschiedlich: Investitionen, die im Zusammenhang von FuE oft Kapazitätserweiterungen oder grundlegende Modernisierungsinvestitionen darstellen, können als wesentlich konjunkturanfälliger angesehen werden als Personalaufwendungen oder externe FuE-Aufträge, zumal bei letzteren beiden oft längere vertragliche Bindungen eine kurzfristige Anpassung erschweren. Während bei investiven Ausgaben ein positiver Zusammenhang mit der konjunkturellen Situation zu erwarten ist, kann bei marktnahen Komponenten der Innovationsaufwendungen - Produktdesign, Marketing, Weiterbildung, inkrementelle Innovationen - auch ein antizyklischer

scher Einfluss vorliegen: Eine schwache Nachfrage bzw. ungünstige Nachfrageperspektiven kann durch verstärkte Marketing- und Produktdifferenzierungsanstrengungen begegnet werden, die auch damit zusammenhängende FuE- und Innovationsaufwendungen im Konjunkturtief nach oben treiben.

Die konjunkturellen Einflüsse auf FuE-Entscheidungen von Unternehmen werden darüber hinaus von einer Reihe anderer, nicht-konjunktureller, jedoch gleichwohl im Zeitverlauf sich ändernder Einflussfaktoren überlagert. Hierzu zählen zum Beispiel die Wettbewerbsverhältnisse auf den Absatzmärkten und Änderungen in den FuE-Strategien von Wettbewerbern. Eine Intensivierung des Wettbewerbs durch zusätzliche Wettbewerber, sei es aufgrund von Markteintritten durch Gründungen, sei es aufgrund neuer Wettbewerber aus anderen Regionen, kann zu einer Verschärfung des Preis- und Qualitätswettbewerbs führen, auf die die etablierten Unternehmen durch verstärkte FuE- und Innovationsanstrengungen reagieren. Ändern Wettbewerber ihre FuE-Strategien, etwa indem sie ihre FuE-Anstrengungen deutlich intensivieren oder aber ihre FuE-Aktivitäten auf wenige Kernkompetenzen konzentrieren, so wird dies Anpassungen bei allen anderen Marktteilnehmern, die im Innovationswettbewerb stehen, zur Folge haben.<sup>5</sup> Grundlegende Änderungen in den FuE-Strategien können zwar durch Änderungen in den konjunkturellen Rahmenbedingungen (insbesondere durch konjunkturbedingte Absatz- und Gewinneinbrüche) ausgelöst werden, eine zeitliche Simultanität der beiden Prozesse ist jedoch wegen Verzögerungseffekten in der Umsetzung von solchen Strategieänderungen nicht notwendigerweise gegeben.

Des Weiteren unterscheiden sich die Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE vermutlich deutlich zwischen *kleinen und großen Unternehmen* einerseits sowie den *technologischen Rahmenbedingungen* und den Merkmalen der Absatzmärkte - also nach Branchen - andererseits.

Für unterschiedliche Reaktionen von kleinen und größeren Unternehmen spricht erstens, dass KMU aufgrund von Unteilbarkeiten von FuE-Aktivitäten (Mindestgröße von FuE-Projekten) geringere partielle Anpassungsmöglichkeiten ihrer FuE-Aktivitäten an kleinere Veränderungen in den konjunkturellen Rahmenbedingungen haben, während bei größeren konjunkturellen Schocks oder nach einer längeren Phase gleichgerichteter konjunktureller Veränderungen die Anpassungen von KMU zu relativ stärkeren Änderungen in den FuE-Aktivitäten führen könnten (z.B. Einstellung von FuE oder starkes Wachstum durch die Aufnahme zusätzlicher FuE-Projekte). Dem steht allerdings eine vermutete größere Flexibilität von KMU in der Um-

---

<sup>5</sup> Diese Überlegung liegt auch den makroökonomischen "quality ladder" Modellen zugrunde (vgl. Phillips 1993, Zolnierrek 1998).

orientierung von Ressourcen zwischen FuE und Innovation einerseits und anderen Unternehmensbereichen (Produktion, Vertrieb) andererseits gegenüber, während für Großunternehmen hier aufgrund von Abteilungsstrukturen und fixen Stellenbeschreibungen weniger Freiraum zu vermuten ist. KMU weisen zweitens typischerweise auch eine andere Finanzierungsstruktur als Großunternehmen auf, insbesondere sind sie häufig stärker in ihrer Finanzierung von Bankkrediten abhängig, wodurch sich konjunkturbedingte Veränderungen in den Realzinsen auf KMU stärker niederschlagen könnten. Der in der Regel niedrigere Internationalisierungsgrad von KMU bedeutet drittens eine stärkere Abhängigkeit von der Binnenkonjunktur, so dass bei KMU sowohl die aktuelle Nachfrageentwicklung als auch die Erwartungen über die künftige Marktentwicklung sich deutlich von derjenigen in Großunternehmen unterscheiden dürfte. Hinzu kommt, dass internationale Trends in FuE-Strategien für KMU weniger relevant sein dürften als für Großunternehmen, da letztere stärker im internationalen Wettbewerb stehen. Schließlich unterscheiden sich KMU und Großunternehmen auch in Hinblick auf die Art der Unternehmensführung und der Eigentumsform. Börsennotierte Großunternehmen, die auf die Maximierung des Unternehmenswerts abzielen, können in Phasen niedriger Profitabilität durch Reduzierung von FuE-Kosten ihre Ertragssituation zu verbessern versuchen, während Eigentümer geführte Kleinunternehmen in solchen Situationen eher eine längerfristige Perspektive einzunehmen versuchen. Auf der anderen Seite könnten von Managern geleitete Unternehmen risikofreudiger und innovationsorientierter sein, um so ein überdurchschnittliches Wachstum und so höhere persönliche Gehälter zu erzielen.<sup>6</sup>

Im Vergleich zwischen Branchen kann vermutet werden, dass mit zunehmender Bedeutung von FuE als Wettbewerbsfaktor FuE-Entscheidungen weniger stark von der aktuellen Konjunktursituation abhängen als dort, wo FuE für die Wettbewerbsposition der Unternehmen von untergeordneter Bedeutung ist bzw. wo FuE sehr produktionsnah und damit von der aktuellen Produktionsentwicklung abhängig ist. Gleichzeitig ist in stark FuE-basierten Branchen die Bedeutung von internationalen FuE-Rennen, d.h. raschen Anpassungen der Unternehmen an Änderungen in den FuE-Strategien von Wettbewerbern, vermutlich deutlich höher.

Die Wirkung der Konjunktur auf FuE-Entscheidungen kann sich - ebenfalls in Abhängigkeit von Unternehmensgröße und Branche - sehr unterschiedlich manifestieren. Einerseits kann sie zu einer Anpassung der FuE-Budgets führen, etwa indem FuE-Projekte intensiver bzw. weniger intensiv bearbeitet werden (d.h. Beschleunigung oder zeitliche Streckung) oder die Zahl der unterschiedlichen FuE-Projekte erhöht oder verringert wird. Andererseits können Unternehmen durch konjunkturelle Faktoren zu einem diskontinuierlichen FuE-Verhalten stimuliert

---

<sup>6</sup> Vgl. Czarnitzki und Kraft (2003, 2004) zum Einfluss der Unternehmensleitung auf Innovationsaktivitäten und -erfolg.

werden, d.h. FuE-Aktivitäten werden vorübergehend ganz eingestellt und später wieder aufgenommen. Ein diskontinuierliches Innovationsverhalten scheint vor allem bei kleineren Unternehmen und in Bezug auf radikale Innovationen eher die Regel als die Ausnahme zu sein.<sup>7</sup>

## 2.2 Ein konzeptionelles Modell als Basis für die empirische Untersuchung

Aus den Überlegungen zu den Übertragungswegen zwischen Konjunktorentwicklung und FuE- und Innovationsentscheidungen wird ein konzeptionelles Modell entwickelt, das für die folgenden empirischen Untersuchungen - nach entsprechender Anpassung an die spezifische Datenverfügbarkeit - die Grundlage bildet. Das Modell geht - in Anlehnung an ein traditionelles partielles Anpassungsmodell der Faktornachfrage - davon aus, dass FuE- und Innovationsaktivitäten  $F$  (z.B. FuE-Aufwendungen, Einführung einer Produktinnovation) einer ökonomischen Einheit  $i$  (je nach Betrachtungsebene Unternehmen oder Branche) in einer Periode  $t$  auf Basis des Niveaus der Vorperiode ( $F_{i,t-1}$ ) aufgrund von konjunkturellen Signalen, Marktsignalen und autonomen unternehmensinternen Entscheidungen an das langfristig gewünschte Optimum  $F^*$  angepasst werden.

$$F_{i,t} = \phi_i \alpha \mathbf{X}_{i,t} + (1 - \phi_i) F_{i,t-1} \quad \text{mit } 0 < \phi < 1 \quad [1]$$

wobei  $\mathbf{X}$  einen Vektor der - u.a. konjunkturabhängigen - Determinanten des optimalen Umfangs an FuE- und Innovationsaktivitäten und  $\alpha$  einen entsprechenden Parametervektor darstellt.  $\phi$  ist der Anpassungsparameter, der beschreibt, wie stark die FuE- und Innovationsaktivitäten an konjunkturelle Einflüsse und andere Änderungen in den Rahmenbedingungen angepasst werden. Je größer  $\phi$  ist, desto größer ist dieser Einfluss.

Der Vektor  $\mathbf{X}$  sollte alle Einflussgrößen auf FuE- und Innovationsentscheidungen von Unternehmen abbilden. In der neueren innovationsökonomischen Literatur<sup>8</sup> werden folgende Determinanten identifiziert:

- *Unternehmensspezifische Kapazitäten und Fähigkeiten*, die insbesondere aus der Unternehmensgröße (vgl. Scherer 1965), der Humankapitalausstattung und der akkumulierten Erfahrung in FuE- und Innovationsprojekten (vgl. Lee 2003) resultieren. Diese erleichtern es Unternehmen, risikoreiche FuE- und Innovationsprojekte zu finanzieren, steigende Skalenerträge in FuE- und Innovationsaktivitäten zu nutzen und die Erträge aus FuE- und Innovationstätigkeit anzueignen. Auch steigt mit diesen Faktoren die Verfügbarkeit von

---

<sup>7</sup> Vgl. Geroski et al. (1997).

<sup>8</sup> Vgl. Cohen (1995), Freeman und Soete (1997) oder Gottschalk und Janz (2003) für einen Überblick.

zu FuE- und Innovationsaktivitäten komplementären Ressourcen wie geeigneten Managementfähigkeiten.

- *Marktstrukturen*, insbesondere Intensität und Form des Wettbewerbs sowie die Nachfragesituation und -dynamik, sind weitere wichtige Anreize für FuE- und Innovationsaktivitäten, die teilweise mit den oben diskutierten konjunkturellen Einflussfaktoren parallel laufen. In Bezug auf die Marktstruktur sind die Zusammenhänge theoretisch uneindeutig: Argumente für einen negativen Zusammenhang zwischen Wettbewerbsintensität und Innovation (vgl. Horowitz 1962) stehen solche für einen positiven (z.B. Williamson 1965) gegenüber. Daraus wurde die Annahme eines U-förmigen Zusammenhangs abgeleitet (vgl. Scherer 1967; Levin et al. 1985). Der Grad der Produktdiversifizierung von Unternehmen wird als ein positiv wirkender Einflussfaktor betrachtet.
- Ein weiterer Faktor ist die *Finanzierungssituation*, die sowohl die internen Finanzierungsmöglichkeiten als auch die Rahmenbedingungen für externe Finanzierungsquellen von FuE und Innovationen betrifft (vgl. Harhoff 1998; Himmelberg und Petersen 1994). Sie stellt einen bereits oben diskutierten wichtigen Übertragungsmechanismus zwischen Konjunktur und FuE- und Innovationsentscheidungen dar.
- Mit dem Begriff der *technologischen Möglichkeiten* wird die Gesamtheit der nutzbaren unternehmensexternen Innovationsressourcen zusammengefasst. Sie umfassen den allgemeinen technischen Fortschritt, der entsprechend der sektorspezifischen Produktionsfunktionen sich in einzelnen Branchen unterschiedlich stark manifestiert und damit unterschiedliche Möglichkeiten für technologische Innovationen bietet (vgl. Dosi 1997). Unternehmen, die unter Rahmenbedingungen großer technologischer Möglichkeiten agieren, haben höhere Innovationsanreize und - bei intensivem Wettbewerb - auch einen größeren Marktdruck, Innovationen einzuführen. Allerdings spielen Spillovers und unternehmensinterne Absorptionskapazitäten für das Ausmaß der unternehmensspezifischen Nutzung dieser Möglichkeiten eine große Rolle (vgl. Cohen und Levinthal 1989, 1990).
- Die *Aneignungsbedingungen für Innovationserträge* zählen zu den zentralen Voraussetzungen, damit Unternehmen in FuE und Innovation investieren (vgl. Spence 1984) sie können aber gleichzeitig Spillovers und damit die technologischen Möglichkeiten für andere Unternehmen einschränken. Der Effekt der Verfügbarkeit formaler Schutzmechanismen wie Patente auf die FuE- und Innovationstätigkeit ist daher uneindeutig und hängt stark von der spezifischen FuE-Produktionsfunktion ab (z.B. Länge der Entwicklungszeiten, Kosten für Imitationen von originären Innovationen etc.).

Angesichts der Fragestellung dieser Untersuchung - der Modellierung der Effekte veränderter konjunktureller Rahmenbedingungen auf FuE- und Innovationsentscheidungen - und der

durch die zur Verfügung stehenden Paneldatensätze eingeschränkten Informationen wird Vektor  $\mathbf{X}$  als eine Funktion von vier Gruppen an Argumenten gefasst:

$$\mathbf{X}_{i,t} = f(\mathbf{Finz}_{i,t-\rho_1}, \mathbf{Kost}_{i,t-\rho_2}, \mathbf{Konj}_{i,t-\rho_3}, \mathbf{Wett}_{i,t-\rho_4}) \quad [2]$$

Die vier Größen repräsentieren die verschiedenen Übertragungsmechanismen zwischen konjunkturellen Rahmenbedingungen im weiteren Sinn und den FuE- und Innovationsentscheidungen von Unternehmen:

- **Finz** bildet die Innenfinanzierungsmöglichkeiten der Unternehmen ab (Cashflow bzw. Variablen, die die Entwicklung des Cashflows beeinflussen, wie Umsatzentwicklung, Produktivität oder Unternehmensgröße).
- **Kost** repräsentiert die Entwicklung der Faktorkosten, d.h. von Realzinsen und Reallöhnen.
- **Konj** umfasst Größen, die die Konjunktursituation am Produktmarkt abbilden. Hierzu zählen die Nachfrageentwicklung, die Kapazitätsauslastung in der Branche und die Konjunkturerwartungen durch die Marktteilnehmer.
- **Wett** erfasst die für FuE-Aktivitäten relevante Wettbewerbssituation am Absatzmarkt, wie z.B. die Veränderung der Wettbewerbsintensität oder Veränderungen der FuE-Strategien der Mitbewerber. Exogene technologische Trends, die auf alle Wettbewerber in einem bestimmten Produktmarkt einen Druck zur Intensivierung (oder auch Extensivierung) von FuE ausüben, werden ebenfalls hier abgebildet.

Für alle Argumente von  $\mathbf{X}$  wird eine Lagstruktur unterstellt, d.h. aufgrund von Verzögerungseffekten in der Umsetzung von Konjunktur- und Wettbewerbssignalen in FuE-Entscheidungen wirken die konjunkturelle (und andere) Einflussfaktoren der vorangegangenen Perioden (und nicht der aktuellen Periode) auf die aktuellen Entscheidung in Periode  $t$ . Das Ausmaß des Lags variiert je nach betrachteter Einflussgröße und wird über die Verzögerungsindikatoren  $\rho_1$  bis  $\rho_4$  abgebildet, deren Wert empirisch bestimmt wird.

Zu erwähnen ist noch, dass die dem Modell zugrundeliegende Annahme einer partiellen Anpassung der FuE- und Innovationsaktivitäten nicht unbedingt gegeben sein muss. Denn gerade bei KMU kann es aufgrund von Unteilbarkeiten von FuE-Aktivitäten zu erwarten, dass Anpassungen eher stufenförmig als kontinuierlich vorgenommen werden, insbesondere was den Einstieg in bzw. den Ausstieg aus FuE- und Innovationsaktivitäten betrifft. Dieser Umstand wird bei der empirischen Spezifikation der zu schätzenden Modelle berücksichtigt.

### 3 FuE, Innovation und Wirtschaftswachstum: eine deskriptive Analyse

Das Wirtschaftswachstum kann als ein hoch aggregierter Indikator für die konjunkturelle Situation einer Volkswirtschaft angesehen werden: Hohes Wirtschaftswachstum entspricht einer Hochkonjunktursituation, d.h. hoher Nachfrage nach Gütern und Produktionsfaktoren, während niedriges Wirtschaftswachstum niedrige Güter- und Faktornachfrage anzeigt. Allerdings verbergen sich hinter dem Aggregat mitunter sehr unterschiedliche Entwicklungen auf den einzelnen Märkten. Für Unternehmen ist jedoch meist nicht das aggregierte Wirtschaftswachstum, sondern die Entwicklung in den für das Unternehmen relevanten Faktor- und Absatzmärkten entscheidend. Für eine Betrachtung des aggregierten FuE- und Innovationsverhaltens der Unternehmen über alle Branchen hinweg kann das Wirtschaftswachstums allerdings als eine gute Näherungsgröße für die durchschnittliche konjunkturelle Situation genommen werden.

Im Folgenden wird für Indikatoren zum FuE- und Innovationsverhalten des Unternehmenssektors deren Entwicklung im Konjunkturzyklus - gemessen am Wirtschaftswachstum - einerseits für Deutschland und andererseits im internationalen Vergleich für wichtige OECD-Länder betrachtet. Referenzzeitraum ist - soweit die Datenverfügbarkeit dies erlaubt - 1980 bis 2002.

#### 3.1 *FuE, Innovation und Wirtschaftswachstum in Deutschland*

Die **konjunkturelle Entwicklung** in Deutschland<sup>9</sup> im Untersuchungszeitraum war in den 80er Jahren durch eine Rezession in den Jahren 1981/82, einem Wirtschaftsaufschwung mit Wachstumsraten zwischen 2 und 3 % von 1983 bis 1986, einer Konjunkturabschwächung im Jahr 1987 und schließlich einer Hochkonjunkturphase mit Wachstumsraten von 3,5 bis 5,5 % in den Jahren 1988-1991 gekennzeichnet. Der vereinigungsbedingte Produktionsanstieg im Jahr 1991 führte zu einer faktischen Vollauslastung der gesamtwirtschaftlichen Produktionskapazitäten. Im gleichen Jahr erlebten die USA bereits eine Rezession. Im Jahr 1992 schwächte sich die Konjunktur dann auch in Deutschland ab und ging 1993 in die schwerste Rezession seit dem Zweiten Weltkrieg über. In den folgenden Jahren bis 1999 blieb das Wirtschaftswachstum mit Jahressteigerungsraten von 0,8 % (1996) bis 2,4 % (1994) niedrig und die gesamtwirtschaftliche Kapazitätsauslastung nahm kaum zu. Erst 2000 folgte nach langem

---

<sup>9</sup> Bis 1990: Westdeutschland, ab 1991: Gesamtdeutschland.

wieder ein Jahr mit starkem Wachstum (3 %), das schon im Jahr 2001 von einer seither andauernden Stagnationsphase abgelöst wurde.

Die **internen FuE-Aufwendungen** der Industrieunternehmen in Westdeutschland<sup>10</sup> nahmen in den Jahren 1982 und 1983 zu konstanten Preisen berechnet leicht ab. Hierin scheint sich die Rezession 1981/82 zu spiegeln. Von 1984 bis einschließlich 1991 stiegen die FuE-Aufwendungen mit einer durchschnittlichen jährlichen realen Wachstumsrate von über 5 % kräftig und kontinuierlich an. Die konjunkturelle Schwächephase des Jahres 1987 führte zu keiner Abflachung dieser hohen FuE-Dynamik, ebensowenig wie der vereinigungsbedingte Wachstumsschub 1990/91 zu einer überdurchschnittlichen Ausweitung der realen FuE-Aufwendungen beitrug. Zu beachten ist dabei allerdings, dass in nominellen Größen die FuE-Aufwendungen 1990 und 1991 stark anstiegen, allerdings stiegen auch die Preise für FuE-Güter (Löhne und Investitionsgüter) mit jeweils rund 6 % sehr kräftig an. Von 1992 bis 1994 kam es - parallel mit der Rezession 1993/94 - zu einem deutlichen realen Rückgang der internen FuE-Aufwendungen in westdeutschen Industrieunternehmen. Nach einem realen Zuwachs 1995 erfolgte im Jahr 1996 - bei einem niedrigen Wirtschaftswachstum von unter 1 % - wieder ein Rückgang der realen FuE-Aufwendungen. Zu beachten ist, dass in diesen beiden Jahren der FuE-Deflator mit jeweils 4 % vergleichsweise hoch war. Von 1997 bis 1999 war dann eine deutliche Zunahme zu beobachten. In den Jahren 2000 bis 2002 stiegen die FuE-Aufwendungen nominell zwar noch weiter an, was bei einer FuE-spezifischen Inflationsrate von gut 2 % einen leichten realen Rückgang bedeutete.

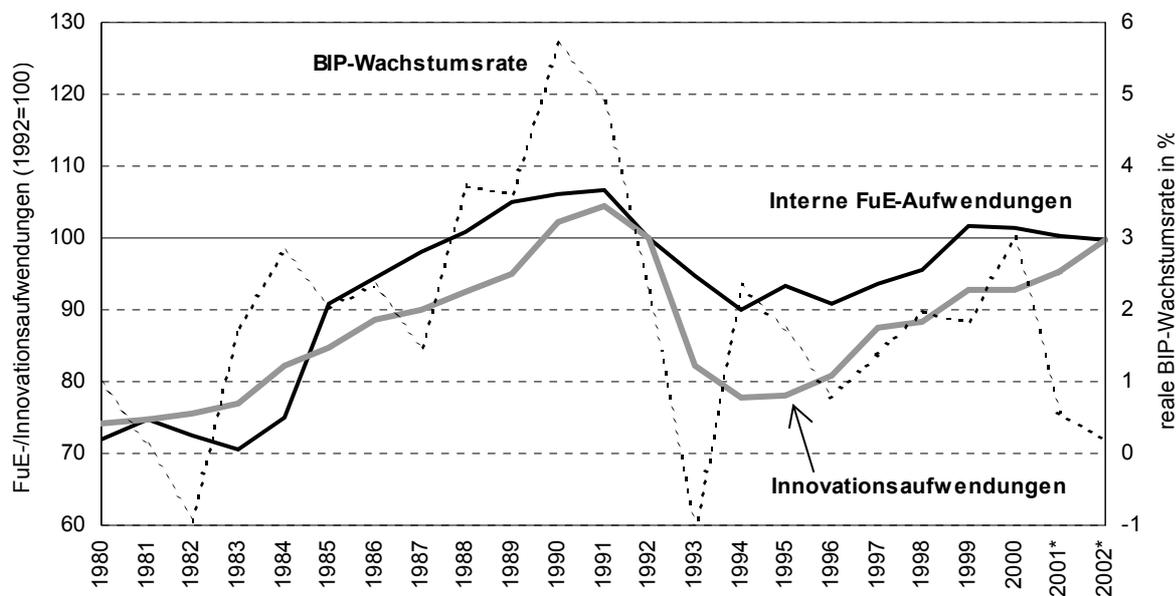
Ein ähnliches Verlaufsmuster zeigen die **Innovationsaufwendungen**. Allerdings machte sich die Rezession Anfang der 80er Jahre weniger stark bemerkbar als bei den FuE-Aufwendungen. Von 1984 bis 1991 ist - ebenso wie bei den FuE-Aufwendungen - eine stetige, kräftige Zunahme der realen Innovationsaufwendungen zu beobachten. Insbesondere die wachstumsstarken Jahre 1990 und 1991 gingen in der westdeutschen Industrie mit einer deutlichen realen Ausweitung der Aufwendungen für Innovationsprojekte einher. Von 1992 bis 1995 folgte dann ein sehr starker Rückgang, der insbesondere die Investitionen für Innovationsprojekte betraf (siehe unten). Seither steigen die Innovationsaufwendungen westdeutscher Industrieunternehmen wieder an. Im Gegensatz zu den FuE-Aufwendungen nehmen die Inno-

---

<sup>10</sup> Zur besseren Vergleichbarkeit wird im Folgenden nur das verarbeitende Gewerbe Westdeutschlands betrachtet, da für dieses konsistente Zeitreihen seit 1980 bis an den aktuellen Rand für FuE- und Innovationsindikatoren vorliegen.

vationsaufwendungen auch in den wachstumsschwachen Jahren 2001 und 2002 zu konstanten Preisen gerechnet weiter zu.<sup>11</sup>

**Abb. 3-1: Interne FuE-Aufwendungen und gesamte Innovationsaufwendungen im verarbeitenden Gewerbe in Westdeutschland 1980-2002 (zu konstanten Preisen von 1991) im Konjunkturverlauf**



\* 2001 und 2002 vorläufig, FuE-Aufwendungen in den geraden Jahren teilweise geschätzt

Interne FuE-Aufwendungen und Innovationsaufwendungen deflationiert mit dem Index für Bruttonomatsverdienste im produzierenden Gewerbe (für laufende Aufwendungen) und dem Index für Bruttoanlageinvestitionen in Ausrüstungen (für investive Aufwendungen) zu Preisen von 1991 (Quelle: VGR, Sachverständigenrat), Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) zu Preisen von 1991, bis 1990/91: Westdeutschland nach alter VGR (Quelle: DIW), ab 1991/92: Gesamtdeutschland nach neuer VGR (Quelle: Sachverständigenrat)

Quelle: Interne FuE-Aufwendungen: Stifterverband; Innovationsaufwendungen: bis 1992 ifo Innovationstest, ab 1992 ZEW - Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

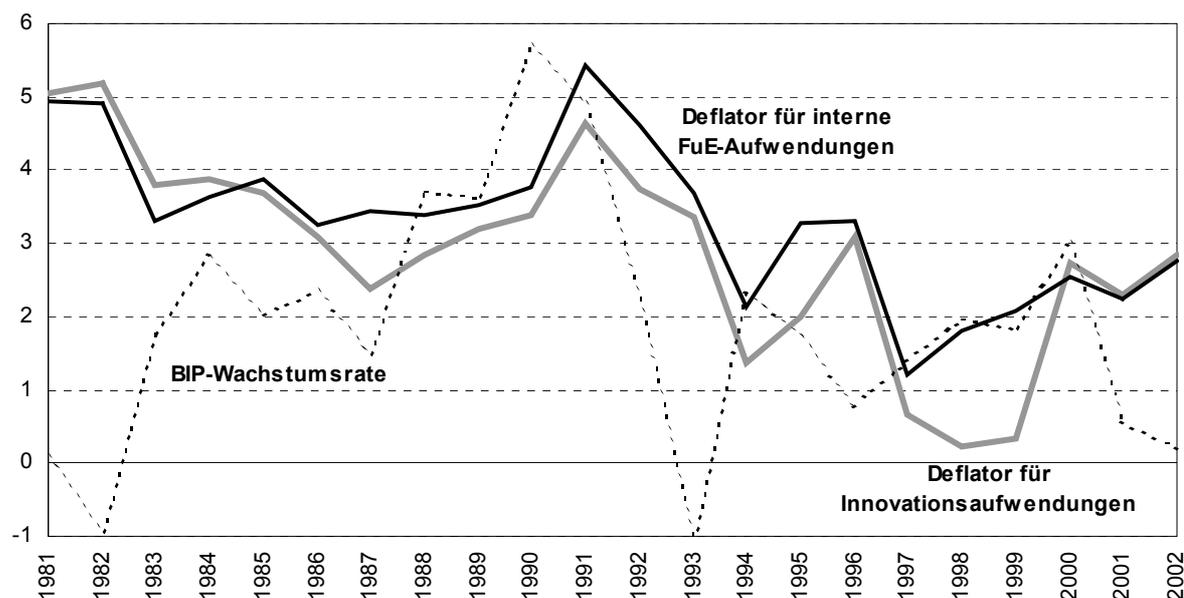
Die in Summe stärkere Ausweitung der Innovationsaufwendungen gegenüber den FuE-Aufwendungen in der zweiten Hälfte der 90er Jahre bis an den aktuellen Rand ist zum Teil auch einer unterschiedlichen Preisentwicklung geschuldet. Der Deflator für beide Größen setzt sich aus dem Index für Bruttonomatsverdienste im produzierenden Gewerbe für die laufenden (d.h. Personal- und Sachaufwendungen) und dem Index für Bruttoanlageinvestitionen in Ausrüstungen für die investive Aufwendungen zusammen. Dabei sind die Preise für Investitionsgüter von 1980 bis 2002 um 48 % gestiegen, während die Bruttonomatsverdienste um 111 % zugenommen haben.<sup>12</sup> Vor allem in den 90er Jahren war die Preisdynamik bei Investi-

<sup>11</sup> Dabei ist zu beachten, dass der Preisindex für Innovationsaufwendungen langsamer steigt als der für FuE, da die Investitionskomponente bei den Innovationen ein höheres Gewicht hat, und hier während der 90er Jahre kaum Preissteigerungen stattfanden.

<sup>12</sup> Sehr ähnliche Ergebnisse erhält man bei Verwendung alternativer Indizes wie des Index der Bruttostundenverdienste oder des Index der tariflichen Monatsgehälter.

tionsgütern sehr gering (1991-2002: +4 %), während die Preise für Arbeitskräfte in der Industrie mit +37 % im gleichen Zeitraum weiter deutlich angestiegen sind. Da Investitionen - je nach Jahr - zwischen 30 und 45 % der Innovationsaufwendungen ausmachen, jedoch nur 6 bis 11 % der internen FuE-Aufwendungen, liegt der Deflator für Innovationsaufwendungen tendenziell unter dem für FuE-Aufwendungen.

**Abb. 3-2:** *Veränderungsraten der Deflatoren für interne FuE-Aufwendungen und für Innovationsaufwendungen im verarbeitenden Gewerbe in Westdeutschland 1981-2002 in %*

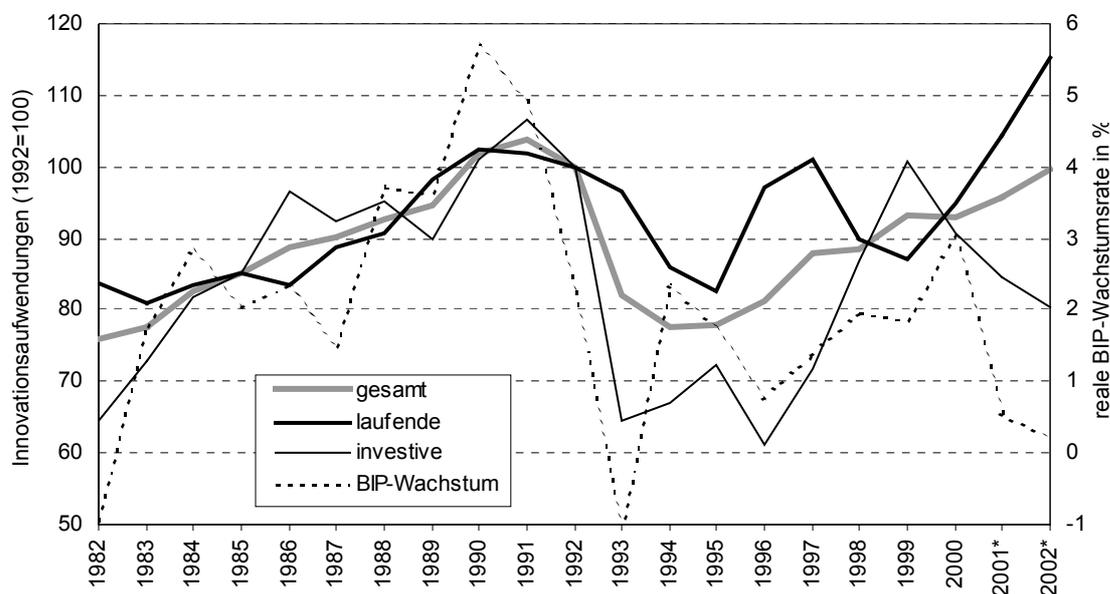


Quelle: Siehe Abb. 3-1. - Berechnungen des ZEW.

Innerhalb der Innovationsaufwendungen schwankt die **investive Komponente** - also Investitionen im Rahmen von FuE- und Innovationsprojekten - stärker mit der Konjunktur. Die innovationsbezogenen Investitionen stiegen in den wachstumsstarken Jahren überproportional (1984, 1986, 1988, 1990/91, 1997-99) und fielen in Jahren rückläufiger Wirtschaftsentwicklung meist zurück (1987, 1992/93, 1996).

Die **laufenden Innovationsaufwendungen** entwickelten sich bis 1997 im Wesentlichen sehr ähnlich zu den Innovationsaufwendungen insgesamt. 1998/99 nahmen sie allerdings ab, d.h. die Innovationsbudgets wurden zugunsten der investiven Aufwendungen verschoben. Für 2000 bis 2002 sind ebenfalls gegenläufige Bewegungen zwischen laufenden und investiven Innovationsaufwendungen zu beobachten.

Abb. 3-3: *Innovationsaufwendungen im verarbeitenden Gewerbe Westdeutschlands 1982-2002 (zu konstanten Preisen von 1991) im Konjunkturverlauf, differenziert nach laufenden und investiven Aufwendungen*



\* 2001 und 2002 vorläufig

Innovationsaufwendungen deflationiert mit dem Index für tarifliche Monatsgehälter im produzierenden Gewerbe (für laufende Aufwendungen) und dem Index für Bruttoanlageinvestitionen in Ausrüstungen (für investive Aufwendungen) zu Preisen von 1991 (Quelle: VGR, Sachverständigenrat), Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) zu Preisen von 1991, bis 1990/91: Westdeutschland nach alter VGR (Quelle: DIW), ab 1991/92: Gesamtdeutschland nach neuer VGR (Quelle: Sachverständigenrat)

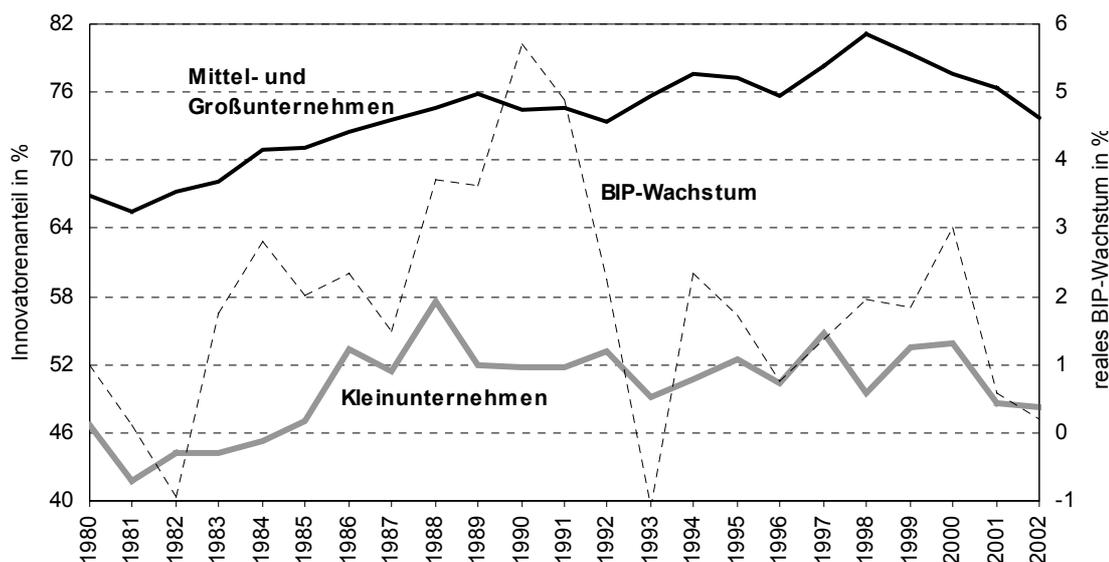
Quelle: bis 1992 ifo Innovationstest, ab 1992 ZEW - Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

Neben den FuE- und Innovationsaufwendungen der Wirtschaft ist die **Beteiligung an Innovationsaktivitäten** ein weiterer wichtiger Indikator für das FuE- und Innovationsverhalten der Unternehmen. Dabei ist es entscheidend, zwischen kleinen und größeren Unternehmen zu unterscheiden. Bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten schwankt diese "Innovationsbeteiligung" kaum, da fast alle Unternehmen auch Innovatoren sind, unabhängig von der konjunkturellen Lage. In der Summe der **Mittel- und Großunternehmen** (d.h. bei Unternehmen ab 200 Beschäftigten) ist seit den frühen 80er Jahren bis 1998 ein mehr oder minder stetiger Anstieg der Innovationsbeteiligung zu beobachten, der nur in der Hochkonjunktur Anfang der 90er Jahre und 1995/96 unterbrochen wurde. Ab 1999 geht die Innovatorenquote innerhalb der Mittel- und Großunternehmen der westdeutschen Industrie allerdings wieder zurück. Insgesamt ist kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der konjunkturellen Situation und der Innovationsbeteiligung von mittelgroßen und großen Unternehmen zu erkennen.

Bei den **kleinen Unternehmen** (hier definiert als Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigte) schwankte der Innovatorenanteil in der westdeutschen Industrie in den vergangenen 20 Jahren zwischen 42 und 58 %. In den 80er Jahren stieg die Innovatorenquote zunächst an,

blieb aber während der Hochkonjunktur 1990/91 unter dem Höchstwert von 1988. Die Rezession 1993 führte nur zu einem geringen Rückgang in der Innovationsbeteiligung, während der 90er Jahre blieb sie bei den kleinen Unternehmen recht stabil bei 50-54 %. Auch das "Boomjahr" 2000 brachte keine höhere Innovationsbeteiligung von Kleinunternehmen. Mit dem Konjunkturabschwung 2001 sank die Innovationsbeteiligung allerdings auf den tiefsten Wert seit 1986.

Abb. 3-4: Innovationsbeteiligung in der westdeutschen Industrie 1981-2001 im Konjunkturzyklus nach Unternehmensgrößenklassen



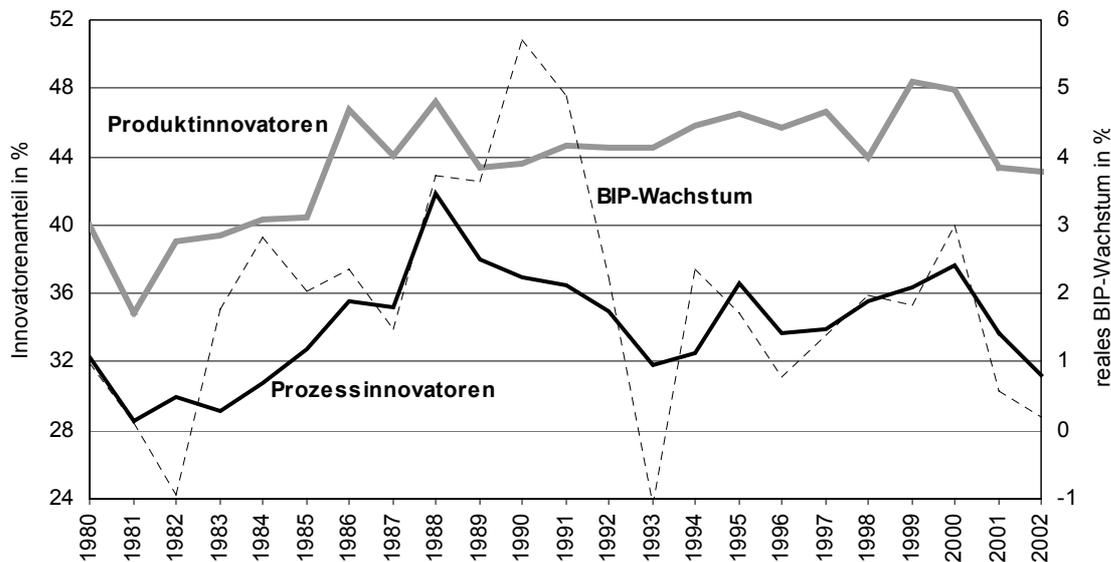
Mittel- und Großunternehmen: ab 200 Beschäftigte, Kleinunternehmen: bis 199 Beschäftigte

Quelle: ifo: Sonderfrage Innovation im ifo Konjunkturtest - Berechnungen des ifo.

Differenziert man die Innovationsbeteiligung nach der **Ausrichtung der Innovationsaktivitäten** in Bezug auf Produkt- und Prozessinnovationen, so zeigt sich in den 80er Jahren sowohl bei Produkt- als auch Prozessinnovationen eine engere Beziehung zum Konjunkturverlauf, während in den 90er Jahren nur mehr für den *Prozessinnovatorenanteil* ein weitgehender Gleichlauf mit dem Wirtschaftswachstum zu beobachten ist.

Für die Kurve der *Produktinnovatoren* ist insgesamt kein klarer Zusammenhang mit der Konjunkturentwicklung zu sehen. Prozessinnovationen umfassen zu einem deutlich höheren Anteil Investitionen und sind damit stärker von allgemeinen Investitionsentscheidungen beeinflusst, die wiederum in höherem Maß von konjunkturabhängigen Größen wie Realzinsen, Kapazitätsauslastung und kurzfristigen Absatzerwartung abhängen.

Abb. 3-5: *Innovationsbeteiligung in der westdeutschen Industrie 1980-2002 im Konjunkturzyklus nach Produkt- und Prozessinnovatoren*

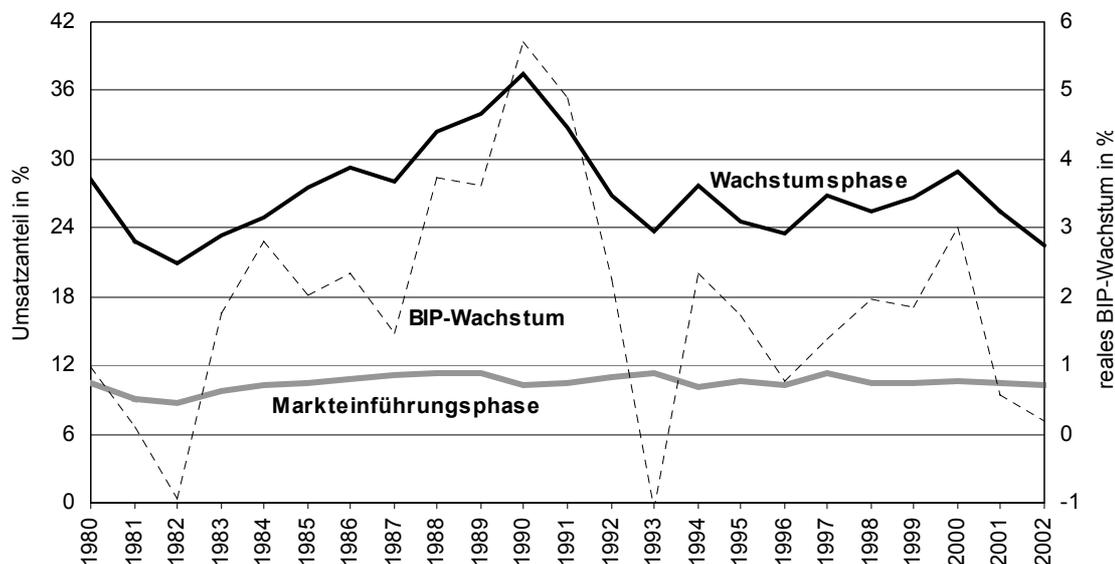


Quelle: ifo: Sonderfrage Innovation im ifo Konjunkturtest - Berechnungen des ifo.

Als Indikator für den **marktseitigen Erfolg von Innovationsanstrengungen** stehen für die Periode 1980-2002 zwei Indikatoren aus dem ifo Konjunkturtest zur Verfügung, nämlich der Umsatzanteil von Produkten in der Markteinführungsphase und der Umsatzanteil von Produkten, die sich gemäß ihres Produktzyklusverlaufs in der Wachstumsphase befinden. Für den Umsatzanteil in der Markteinführungsphase sind über den gesamten Zeitraum keine konjunkturellen Schwankungen zu beobachten. Er bewegt sich durchgehend um etwa 10 %. Dies deutet darauf hin, dass die Unternehmen in Summe um eine kontinuierliche, von der gegenwärtigen konjunkturellen Situation unabhängige Verjüngung ihrer Produktportfolios durch neue Produkte bemüht sind und der Markt auch gleichlaufend mit der allgemeinen Marktdynamik diese neuen Produktangebote nachfragt.

Der Umsatzanteil mit Produkten in der Wachstumsphase bewegt sich dagegen gleichläufig mit der Wirtschaftsentwicklung, d.h. in Jahren mit starkem Wirtschaftswachstum steigt er in der Regel, während er in wachstumsschwachen Jahren zurückgeht. Hierbei ist allerdings auch eine Endogenität zwischen der Zuordnung von Produkten zu Produktzyklusphasen und der aktuellen Wirtschaftsentwicklung möglich: So können in wachstumsstarken Jahren Produkte, die sich im Übergang zur Reifephase befinden, noch als "Wachstumsprodukte" eingestuft werden, wenn die Nachfrage nach diesen konjunkturbedingt hoch ist, während die gleichen Produkte in der gleichen Zyklusposition in einem wachstumsschwachen Jahr bereits der Reifephase zugeordnet werden.

Abb. 3-6: Umsatzanteil mit neuen Produkten in der westdeutschen Industrie 1980-2002 im Konjunkturzyklus nach Markteinführungs- und Wachstumsphase



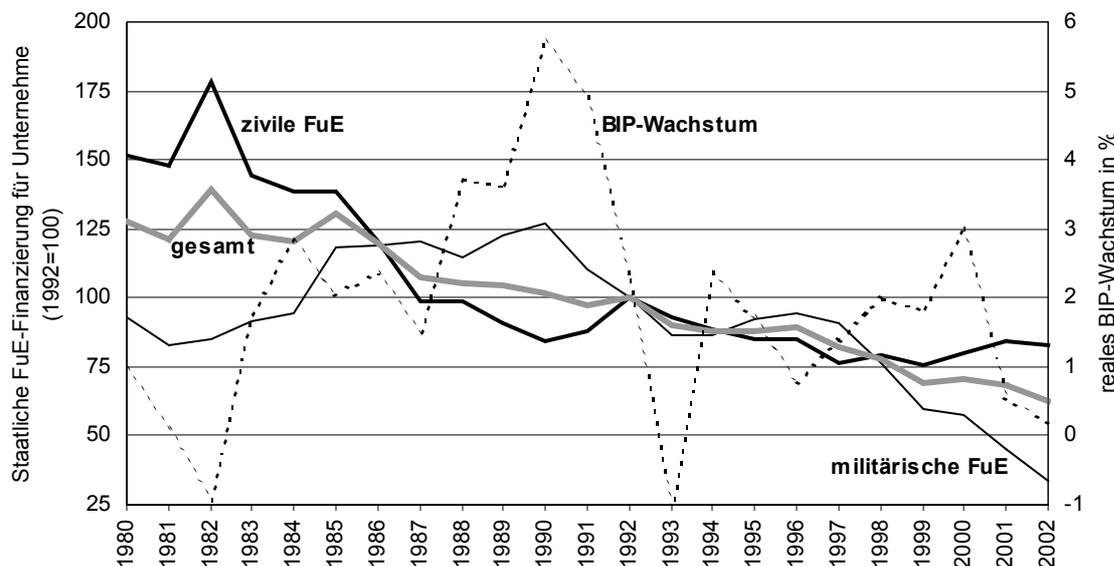
Quelle: ifo: Sonderfrage Innovation im ifo Konjunkturtest - Berechnungen des ifo.

Der Umfang der Mittel des Staates, die für FuE-Projekte in Unternehmen bereitgestellt werden (staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen), hat sich während der vergangenen zwei Jahrzehnte teilweise beträchtlich verändert. Ein Zusammenhang mit dem Konjunkturverlauf ist jedoch kaum ersichtlich. Vielmehr zeigt sich ein mehr oder minder kontinuierlicher Rückgang der staatlichen FuE-Finanzierung in Unternehmen.

Differenziert nach ziviler und militärischer FuE sind jedoch deutlich unterschiedliche Verlaufsmuster zu beobachten:

- Die staatlichen Mittel für *zivile FuE* in Unternehmen gingen bis 1990 sehr stark zurück und verhielten sich somit antizyklisch. In den 90er Jahren bis zum Jahr 2002 vergleichsweise stabil, ein Zusammenhang mit der konjunkturellen Situation ist nicht zu erkennen.
- Für die staatlichen Mittel für an *militärischen Zielen* orientierte FuE in Unternehmen zeigt sich ein umgekehrtes Bild: In den 80er Jahren nahm sie in der Tendenz prozyklisch zu und erreichten 1990 das höchste Niveau. Seither gehen sie von Jahr zu Jahr - mit Ausnahme einer kurzen Phase 1995/96 - in realen Größen zurück. Ihr Niveau lag im Jahr 2002 nur bei einem Viertel des Niveaus von 1990. In den 90er Jahren ist für die staatliche Finanzierung von militärisch orientierter FuE in Unternehmen kein Konjunkturzusammenhang zu beobachten.

Abb. 3-7: *Direkte staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen in Deutschland 1980-2002 (zu konstanten Preisen von 1991) differenziert nach im Konjunkturverlauf*



Die staatliche Finanzierung von FuE umfasst alle direkten finanziellen Mittel des Staates (Bund, Länder, Kommunen), die an Unternehmen zur Durchführung von FuE fließen (direkte Projektförderung, nicht-technologiespezifische Förderung wie z.B. Personalkostenzuschüsse), jedoch keine steuerliche Förderung. Militärische FuE umfasst die Mittel des Bundesverteidigungsministeriums für FuE in Unternehmen, zivile FuE umfasst alle anderen staatlichen Mittel zur Finanzierung von FuE in Unternehmen.

Quelle: BMBF: Bundesbericht Forschung (verschiedene Jahrgänge), Faktenbericht Forschung (verschiedene Jahrgänge), deflationiert mit dem Preisindex für FuE (vgl. Abb. 3-2) - Berechnungen des ZEW.

**Korrelationsanalysen** zwischen der realen BIP-Wachstumsrate einerseits und den Veränderungsraten der oben diskutierten FuE- und Innovationsindikatoren zeigen nur für wenige Größen einen statistisch signifikanten Zusammenhang. Eine positive Korrelation kann für die Innovationsaufwendungen insgesamt, die investiven Innovationsaufwendungen und für den Umsatzanteil von Produkten in der Wachstumsphase festgestellt werden. Der Zusammenhang zwischen Konjunktur und Innovationsentscheidungen ist dabei unmittelbar, d.h. eine hohe Wachstumsrate des BIP ist mit einer überdurchschnittlichen Ausweitung der gesamten und investiven Innovationsaufwendungen bzw. des Umsatzes mit Produkten in der Wachstumsphase assoziiert.

Ein negativer Zusammenhang zeigt sich nur zwischen den gesamten und investiven Innovationsaufwendungen sowie dem Anteil der Unternehmen mit Prozessinnovationen einerseits und der BIP-Wachstumsrate von zwei Jahren davor andererseits. Dies deutet auf relativ kurzfristige Zyklen insbesondere in der Prozessinnovationstätigkeit hin. Die Veränderung der realen internen FuE-Aufwendungen in der westdeutschen Industrie zeigt keine positive Korrelation mit dem Wirtschaftswachstum.

**Tab. 3-1: Korrelation zwischen der Veränderungsrate von FuE- und Innovationsindikatoren und der Veränderungsrate des realen Wirtschaftswachstums 1980-2002 in der west-deutschen Industrie**

Veränderungsrate	Veränderungsrate des BIP		
	ohne Lag	Lag 1 Jahr	Lag 2 Jahr
... der internen <b>FuE-Aufwendungen</b> zu konstanten Preisen	0,20	0,15	-0,33
... der <b>gesamten Innovationsaufwendungen</b> zu konstanten Preisen	0,41*	0,01	-0,41*
... der <b>laufenden Innovationsaufwendungen</b> zu konstanten Preisen <sup>a)</sup>	-0,05	0,17	0,05
... der <b>investiven Innovationsaufwendungen</b> zu konstanten Preisen <sup>a)</sup>	0,47*	-0,18	-0,51*
... des Anteils von Unternehmen mit <b>Produktinnovationen</b>	0,09	-0,16	-0,14
... des Anteils von Unternehmen mit <b>Prozessinnovationen</b>	0,31	-0,14	-0,46*
... des Innovatorenanteils von <b>Mittel- u. Großunternehmen</b> (ab 200 Beschäftigte)	0,22	-0,16	-0,15
... des Innovatorenanteils von <b>Kleinunternehmen</b> (bis 199 Beschäftigte)	-0,04	-0,26	-0,34
... des Umsatzanteils mit Produkten in der <b>Markteinführungsphase</b>	0,02	0,09	-0,26
... des Umsatzanteils mit Produkten in der <b>Wachstumsphase</b>	0,46*	-0,35	-0,35
... der staatlichen Finanzierung von <b>FuE in Unternehmen für zivile Zwecke</b>	-0,14	0,23	0,17
... der staatlichen Finanzierung von <b>FuE in Unternehmen für militärische Zwecke</b>	0,24	-0,06	-0,36

a) 1982-2002

\* Produktmoment-Korrelationskoeffizient auf dem 5%-Niveau signifikant

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, ifo Konjunkturtest - Berechnungen des ZEW.

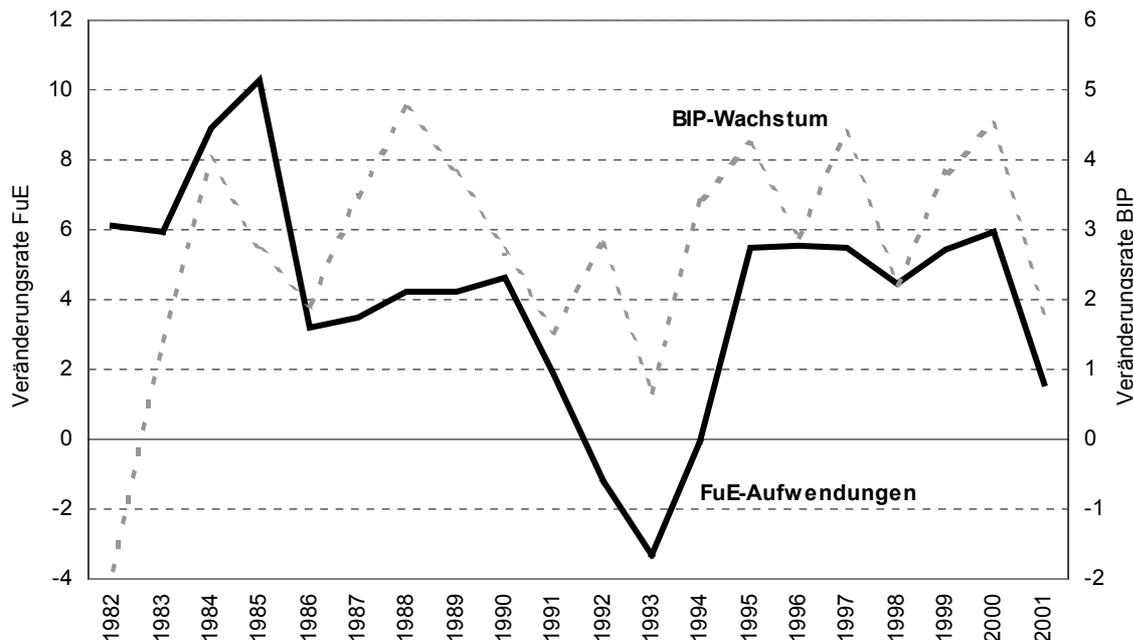
### 3.2 FuE und Wirtschaftswachstum im internationalen Vergleich

Im internationalen Vergleich kann nur die Entwicklung der FuE-Aufwendungen im Konjunkturzyklus betrachtet werden, da für Innovationsindikatoren für kein anderes Land außer Deutschland Jahresdaten zum Innovationsverhalten des Unternehmenssektors über einen längeren Zeitraum vorliegen. Als Datenbasis dienen die Angaben der OECD zu den FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors (Business Enterprise Expenditure on R&D) und dem Bruttoinlandsprodukt. Als Deflator für beide Größen dient der implizite Preisindex des BIP.

In der Summe der wichtigsten OECD-Staaten ist - wie auch für Deutschland - nach einem kontinuierlichen realen Wachstum der FuE-Aufwendungen während der gesamten 80 Jahre Anfang der 90er Jahre ein Rückgang der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zu beobachten (negative Veränderungsrate 1992-1994). Auf diesen folgte eine sehr starke Zunahme ab 1995 bis 2001 mit realen Wachstumsraten bis 2000 von 4 bis 6 %. Der Rückgang bei den FuE-Aufwendungen Anfang der 90er Jahre geht mit geringen Raten des Wirtschaftswachstums 1991 und 1993 einher, wenngleich es aufgrund der Ungleichzeitigkeit der internationalen Konjunkturentwicklung in dieser Phase (Rezession in den USA und Großbritannien im Jahr 1991, in den zentral- und südeuropäischen Ländern erst 1993) im Aggregat der OECD-Länder in keinem Jahr zu einem realen Rückgang des BIPs kam. Das Wachstum der FuE-Aufwendungen in den 90er Jahren von einer Phase vergleichsweise hoher Wachstumsraten

des Bruttoinlandsprodukts in den am höchsten entwickelten OECD-Staaten begleitet. Der Rückgang im Wirtschaftswachstum im Jahr 2001 ging mit einem Rückgang der FuE-Wachstumsrate einher.

**Abb. 3-8:** *FuE-Aufwendungen der Wirtschaft und Bruttoinlandsprodukt in OECD-Ländern 1982-2001 (jährliche Veränderungsrate in %)*



OECD-Länder: Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Griechenland, Island, Irland, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen, Portugal, Österreich, Schweden, Schweiz, Spanien, USA. Einzelne fehlende Werte geschätzt durch ZEW. Berechnet zu Preisen von 1995 (BIP-Deflator), nationale Währungen zu Kaufkraftparitäten in US-\$ umgerechnet.

Quelle: OECD (MSTI 2/03) - Berechnungen des ZEW.

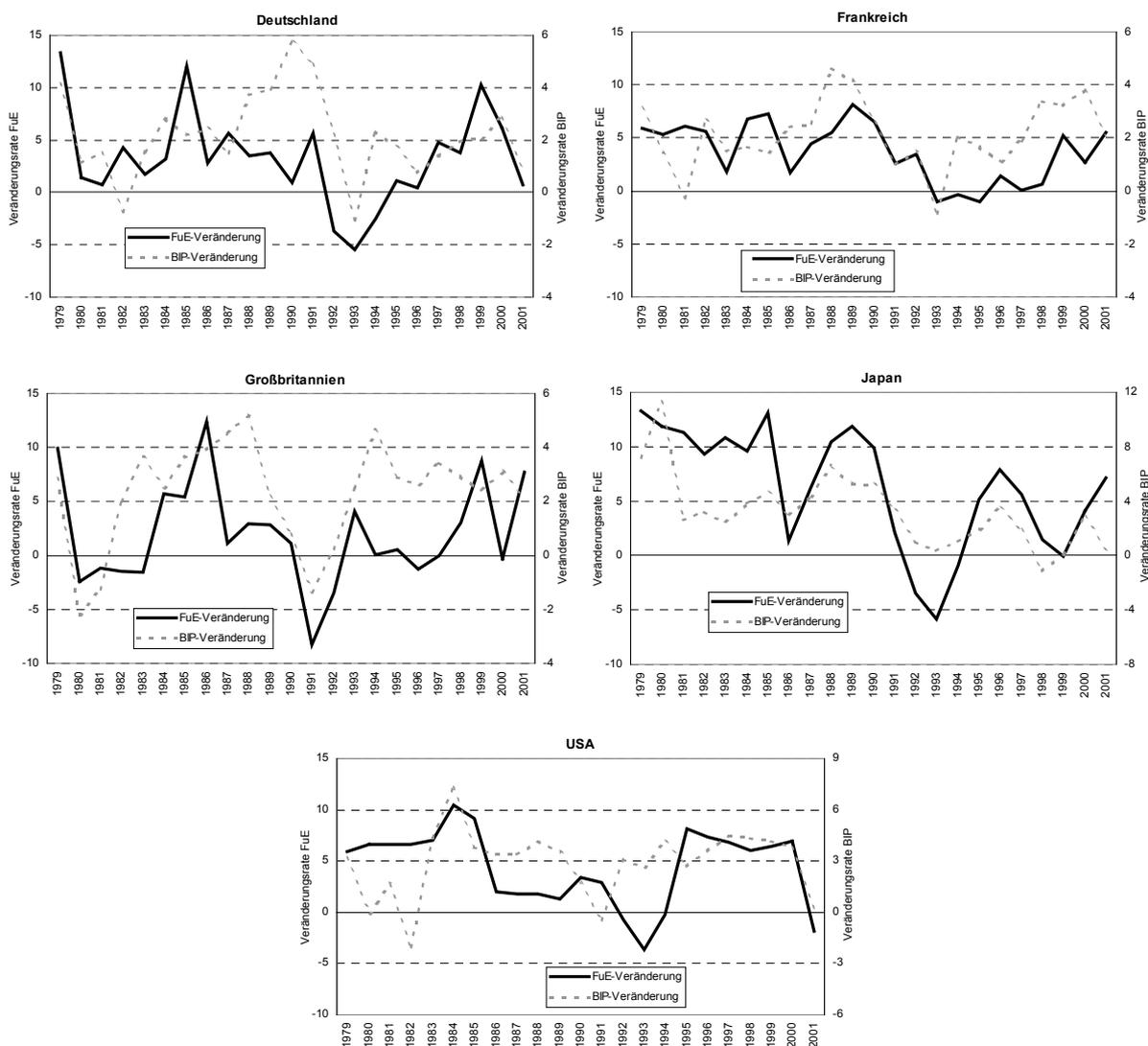
Dieses Verlaufsmuster von FuE- und Wirtschaftswachstum kann im Prinzip für jede der fünf größten Volkswirtschaften - USA, Japan, Deutschland, Frankreich und Großbritannien - beobachtet werden, wengleich die jährlichen Wachstumsraten der realen FuE-Aufwendungen stärker fluktuieren als im Aggregat aller OECD-Länder. Alle fünf Länder weisen Anfang der 90er Jahre negative Veränderungsrate sowohl beim BIP als auch bei den FuE-Aufwendungen auf. Die Rezession Anfang der 80er Jahre machte sich dagegen nur in Großbritannien in einem Rückgang bei FuE bemerkbar. In Deutschland zeigt sich für diese Phase eine Stagnation der FuE-Aufwendungen zu konstanten Preisen<sup>13</sup>, während Frankreich, die

<sup>13</sup> Der Unterschied zu der in Abb. 3-1 gezeigten Entwicklung für Deutschland ergibt sich durch die Einbeziehung von Sektoren außerhalb des verarbeitenden Gewerbes und die Anwendung eines alternativen Deflators.

USA und Japan (wo die Wirtschaft während der gesamten 80er Jahre kontinuierlich gewachsen ist) die FuE-Aufwendungen ungebrochen zunahm.

Ab Mitte der 90er Jahre ist das Bild für die fünf großen OECD-Länder uneinheitlich. In Deutschland war ein vergleichsweise moderater Wirtschaftsaufschwung mit hohen Wachstumsraten bei FuE verbunden, während in Frankreich und Großbritannien höhere BIP-Wachstumsraten einer geringen FuE-Dynamik gegenüberstanden. In Japan und den USA entwickelten sich BIP und FuE-Aufwendungen weitgehend parallel. In den USA bedeutete dies eine kräftige Ausweitung der FuE-Aufwendungen bei hohen BIP-Wachstumsraten, in Japan dagegen ein stärkeres Auf und Ab.

Abb. 3-9: **FuE-Aufwendungen der Wirtschaft und Bruttoinlandsprodukt in den fünf großen OECD-Ländern 1979-2001 (jährliche Veränderungsrate in %)**



Einzelne fehlende Werte geschätzt durch ZEW. Berechnet zu Preisen von 1995 (BIP-Deflator), nationale Währungen zu Kaufkraftparitäten in US-\$ umgerechnet.

Quelle: OECD (MSTI 2/03). - Berechnungen des ZEW.

Im Vergleich einer größeren Zahl an OECD-Ländern zeigt sich, dass in den 80er und 90er Jahren der Zusammenhang zwischen realem Wirtschaftswachstum und Veränderung der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) in Finnland und Japan am höchsten ist. In Finnland fällt ein durchgängig hohes Wirtschaftswachstum mit einer kräftigen Ausweitung von FuE zusammen, gleichzeitig wurde im Jahr des "Ostöffnungsschocks" 1991 (BIP-Rückgang von 6,3 %) auch die FuE in ähnlichem Ausmaß reduziert. Auch in Japan reagieren die FuE-Aufwendungen der Unternehmen stark und unmittelbar auf die Konjunktur. Ein deutlicher Zusammenhang ist auch für Großbritannien und Italien zu erkennen. Kein bivariater statistischer Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum ist dagegen für Deutschland, die USA, die Niederlande, Schweden, Australien, Kanada, Belgien und Irland zu beobachten. In Deutschland hängt dies mit der weitgehend konjunkturunabhängigen Ausweitung der FuE-Aktivitäten in den 80er Jahren, dem bereits vor der Rezession 1993/94 einsetzenden Rückgang der Forschungsaufwendungen ab 1992 und dem trotz verhaltener Konjunktur seit 1998 wieder deutlich ansteigenden Investitionen in FuE zusammen.

**Tab. 3-2: Veränderung der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen und reales Wirtschaftswachstum 1979-2002 in OECD-Ländern: Korrelationskoeffizienten und Variationskoeffizienten**

	Korrelationskoeffizient		Variationskoeffizient	
	$\Delta \text{FuE}(t)$ zu $\Delta \text{dBIP}(t)$	$\Delta \text{FuE}(t)$ zu $\Delta \text{dBIP}(t-1)$	$\Delta \text{FuE}$	$\Delta \text{BIP}$
Deutschland (1979-2002)	0,29	0,00	1,43	0,76
USA (1979-2002)	0,23	0,27	0,98	0,67
Japan (1979-2002)	0,65*	0,54*	0,87	0,83
Frankreich (1979-2002)	0,32	0,40	0,85	0,60
Großbritannien (1979-2001)	0,49*	0,44*	2,35	0,81
Italien (1979-2002)	0,50*	0,49*	1,69	0,64
Spanien (1981-2001)	0,42	0,45*	1,13	0,53
Niederlande (1979-2001)	0,06	-0,27	1,73	0,52
Schweden (1979-2001)	0,27	0,06	0,62	0,89
Kanada (1979-2002)	0,17	0,21	1,06	0,82
Australien (1981-2001)	0,07	0,15	1,03	0,60
Belgien (1981-2002)	-0,16	-0,14	0,64	0,64
Dänemark (1981-2001)	0,40	0,33	0,35	0,66
Finnland (1981-2001)	0,80*	0,40	0,70	1,26
Irland (1981-2001)	-0,18	-0,23	0,56	0,62

$\Delta \text{FuE}(t)$ : trendbereinigte Veränderungsrate der internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektor zwischen den Jahren t-1 und t

$\Delta \text{dBIP}(t)$ : trendbereinigte Veränderungsrate des BIP zwischen den Jahren t-1 und t

$\Delta \text{dBIP}(t-1)$ : trendbereinigte Veränderungsrate des BIP zwischen den Jahren t-2 und t-1

$\Delta \text{FuE}$ : Veränderungsrate der internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektor

$\Delta \text{BIP}$ : Veränderungsrate des BIP

\* Korrelationskoeffizient auf dem 5%-Niveau signifikant

Quelle: OECD (MSTI 2/03, ANBERD) - Berechnungen des DIW und ZEW.

Für die meisten Länder gilt, dass die Veränderungsrate der FuE-Aufwendungen stärker schwanken als jene des BIP. FuE schlägt somit heftiger nach oben und unten aus als die Konjunktur. Dies liegt natürlich auch an den Größenverhältnissen, denn ein großes Aggregat wie die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung kann in der Regel nur in einer engeren Bandbreite variieren als ein kleines Aggregat wie die FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors. Besonders hoch ist die Fluktuation der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Großbritannien, Italien und den Niederlanden, hier beträgt der Variationskoeffizient der FuE-Veränderungsrate mehr als das Dreifache des Variationskoeffizienten des BIP-Wachstums. In Deutschland liegt die Schwankungsbreite der FuE-Veränderung fast doppelt so hoch wie jene des BIP. In den USA, Japan und Kanada schwanken die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft dagegen nur geringfügig stärker als die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung. Einzig in Ländern, die über die 80er und 90er Jahre hinweg ihre FuE-Aufwendungen beinahe stetig ausweiteten haben - wie Finnland und Irland - schwankt das BIP stärker als FuE.

**Tab. 3-3: Schwankung der FuE-Aufwendungen in den 80er und 90er Jahren in OECD-Ländern: Standardabweichung und Variationskoeffizient der Wachstumsrate der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen**

	Standardabweichung		Variationskoeffizient	
	80er Jahre	90er Jahre	80er Jahre	90er Jahre
Deutschland (1979-2002)	3,9	4,4	0,89	2,59
USA (1979-2002)	3,0	4,9	0,56	1,48
Japan (1979-2002)	3,2	4,5	0,32	1,64
Frankreich (1979-2002)	1,9	3,1	0,35	1,44
Großbritannien (1979-2001)	4,5	4,4	1,55	4,49
Italien (1979-2002)	3,4	5,1	0,68	1,49
Spanien (1981-2001)	8,2	8,3	0,72	0,53
Niederlande (1979-2001)	5,6	6,2	1,45	2,74
Schweden (1979-2001)	4,2	3,8	1,04	0,77
Kanada (1979-2002)	7,1	6,7	0,83	1,10
Australien (1981-2001)	10,9	8,7	0,85	1,14
Belgien (1981-2002)	2,3	3,4	0,78	0,52
Dänemark (1981-2001)	2,2	3,2	0,26	0,40
Finnland (1981-2001)	6,2	8,6	0,72	0,95
Irland (1981-2001)	6,8	6,2	0,61	0,52

Quelle: OECD (MSTI 2/03, ANBERD) - Berechnungen des DIW und ZEW.

Die Schwankungsbreiten der FuE-Veränderung nahmen in den 90er Jahren gegenüber den 80er Jahren in den meisten Ländern zu (Tab. 3-3). Gemessen an der Standardabweichung ist diese Tendenz weniger deutlich, da dieses Maß im Dekadenvergleich durch den Rückgang der durchschnittlichen realen Wachstumsraten der FuE-Aufwendungen beeinflusst ist. Diese Wachstumsrate betrug im Zeitraum 1981-1991 in der Summe der betrachteten OECD-Länder 5,3 % und sank in der Periode 1991-2001 auf 3,0 % ab, so dass im Fall gleich bleibender Schwankungen der FuE-Aufwendungen in den beiden Perioden ein Rückgang der Standard-

abweichung zu erwarten wäre. Tatsächlich nahm die Standardabweichung aber in 9 der 15 betrachteten OECD-Länder zu, in zwei blieb sie de facto unverändert, während sie nur in vier zurückging.

Der Variationskoeffizient der Wachstumsraten, der die am Mittelwert normierte Standardabweichung darstellt und somit für die insgesamt fallenden Wachstumsraten der FuE-Aufwendungen kontrolliert, erhöhte sich in 11 der 15 Länder, darunter in allen größeren OECD-Ländern. Eine Abnahme der Schwankungen in den FuE-Aufwendungen in den 90er Jahren ist nur für Schweden, Belgien, Irland und Spanien zu beobachten.

Zu beachten ist, dass die zunehmende Fluktuation der FuE-Aufwendungen in den meisten Ländern nicht mit einer erhöhten Fluktuation der Produktion (BIP) einher geht. Diese ist vielmehr in Summe der 15 betrachteten OECD-Länder und für die meisten der großen OECD-Länder in den 90er Jahren zurückgegangen. Von daher können die erhöhten Schwankungen in den FuE-Aufwendungen nicht auf eine generell höhere Fluktuation der wirtschaftlichen Aktivitäten zurückgeführt werden. In Frankreich und Deutschland allerdings schwankt auch das Produktionsvolumen in den 90er Jahren stärker als in den 80er Jahren.

## **4 Veränderung der FuE-Komponenten im Konjunkturzyklus in Deutschland**

Für die industrielle Forschung in Deutschland liegen Dank der Erhebungen des Stifterverbands seit 1979 detaillierte Informationen zur Zusammensetzung der FuE-Aufwendungen sowohl hinsichtlich der Finanzierungsseite als auch hinsichtlich des internen und externen Einsatzes der FuE-Ressourcen auf Branchenebene vor. Für diese Studie werden diese Daten auf eine über die Zeit vergleichbare Branchenebene gebracht. Hierfür werden sieben Branchengruppen (Chemie, Pharma, Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik/Nachrichtentechnik, Automobilbau, Computerbau/Instrumentenbau/sonstiger Fahrzeugbau), die die wichtigsten Bereiche der FuE-intensiven Industrie abdecken, sowie das verarbeitende Gewerbe insgesamt betrachtet. Des Weiteren werden durchgängig nur die FuE-Aktivitäten von Unternehmen an westdeutschen Standorten (inklusive Westberlins) betrachtet, um über den gesamten Zeitraum 1979-1999 eine konsistente Zeitreihe zu erhalten. Dadurch ist ein Langzeitvergleich der Entwicklung der Komponenten von FuE in unterschiedlichen konjunkturellen Phasen möglich.

Der Abgrenzung der einzelnen konjunkturellen Phasen sind jedoch durch den zweijährigen Erhebungsrhythmus des Stifterverbands (detaillierte Informationen liegen nur für die jeweils ungeraden Beobachtungsjahre vor) Grenzen gesetzt. Vereinfacht werden die vergangenen zwei Jahrzehnte in fünf Phasen der FuE-Entwicklung zerlegt: Eine Stagnationsphase Anfang der 80er Jahre (1979-1983), der starke Ausbau der FuE-Kapazitäten Mitte der 80er Jahre (1983-1987), eine Phase abgeflachteren Wachstums in der Hochkonjunktur Ende der 80er Jahre (1987-1991), der Abbau von FuE-Ressourcen Anfang der 90er Jahre (1991-1995) und die erneute kräftigere Ausweitung von FuE Ende der 90er Jahre (1995-1999), die noch bis 2001 andauerte. Zunächst wird die Entwicklung der einzelnen FuE-Komponenten auf aggregierter Ebene betrachtet, danach wird auf Branchenunterschiede eingegangen.

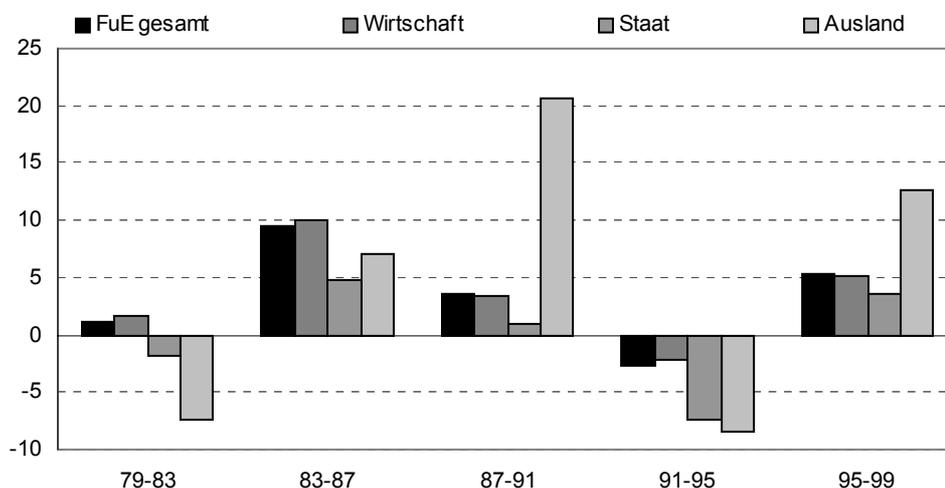
### *4.1 Entwicklung von FuE-Komponenten im verarbeitenden Gewerbe*

Auf der *Finanzierungsseite* zeigt sich, dass die Eigenfinanzierung durch den Wirtschaftssektor - mit 86 bis 92 % die bei weitem wichtigste Finanzierungsquelle - in den 80er Jahren überdurchschnittlich hohe Veränderungsraten aufweist, d.h. die Ausweitung der FuE-Aktivitäten in den 80er Jahren ging auf einen zunehmenden Eigenfinanzierungsanteil der Unternehmen zurück. Die staatliche Finanzierung wuchs durchweg geringer als die gesamten FuE-Aufwendungen, unabhängig von der Entwicklungsphase der FuE. Dies spiegelt den kontinuierlichen Rückzug des Staates aus der Finanzierung industrieller FuE in West-

deutschland wider. Dieser Prozess ist auch für alle anderen großen OECD-Länder seit Ende der 70er Jahre zu beobachten.<sup>14</sup>

Prozyklisch stark schwankend sind dagegen die *Finanzierungsbeiträge des Auslands*. Sie nehmen in Stagnations- bzw. Abschwungphasen der FuE-Aufwendungen besonders stark ab (1979-83, 1991-95), in Wachstumsphasen dagegen besonders stark zu. Dabei handelt es sich größtenteils um FuE-Mittel, die von ausländischen Konzernen für ihre deutschen Töchter bereit gestellt werden. In den 90er Jahren gewinnen aber auch Mittel aus den EU-Rahmenprogrammen für Forschung und technologische Entwicklung an Bedeutung.

**Abb. 4-1:** *Veränderung der Finanzierung der gesamten FuE-Aufwendungen nach Quellen<sup>1)</sup> im westdeutschen verarbeitenden Gewerbe 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)*



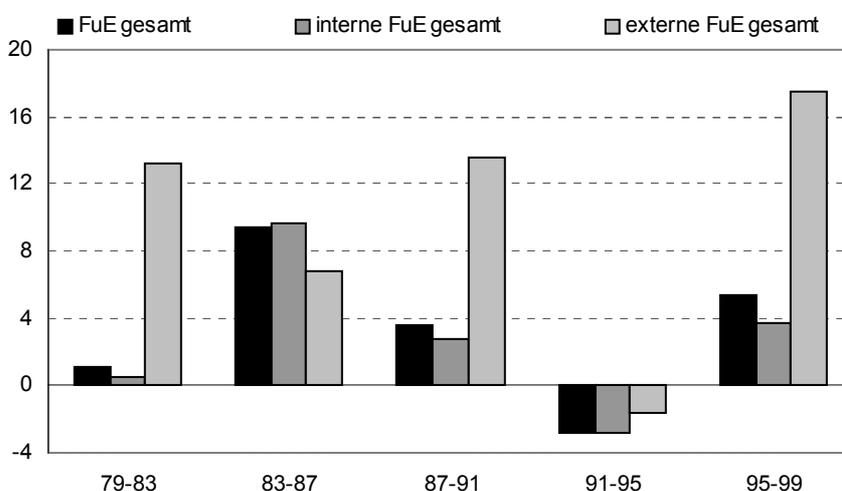
1) "Finanzierung durch sonstige Inländer" wegen der verschwindend geringen Bedeutung nicht ausgewiesen.

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Auf der *Verwendungsseite* nahmen die *externen FuE-Aufwendungen* meist stärker zu als die internen, bzw. Anfang der 90er Jahre gingen sie weniger stark zurück als die FuE-Aufwendungen insgesamt. Der Trend zu intensivierter Arbeitsteilung und Kooperation in FuE-Projekten, der hinter dem wachsenden Anteil externer FuE-Aufwendungen steht, überlagert somit die konjunkturellen Schwankungen, ist aber von ihnen nicht losgelöst, wie der Rückgang auch der externen FuE-Aufwendungen in der ersten Hälfte der 90er Jahre zeigt. Eine Ausnahme bildet die Phase des starken Wachstums von FuE Mitte der 80er Jahre, als vor allem die internen Aufwendungen kräftig ausgeweitet wurden.

<sup>14</sup> Vgl. Rammer et al. (2004).

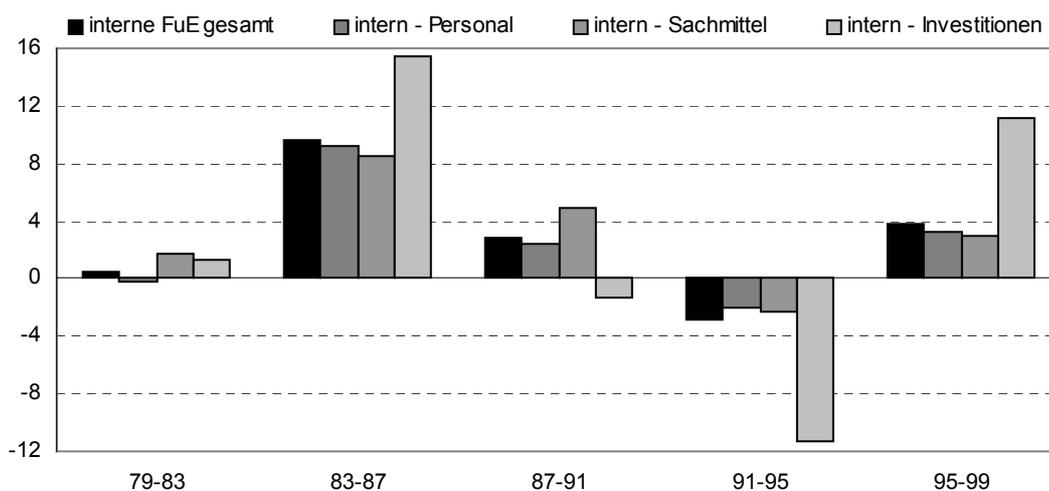
Abb. 4-2: Veränderung der internen und externen FuE-Aufwendungen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)



Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Die einzelnen *Komponenten der internen FuE-Aufwendungen*, d.h. Personal-, Sach- und investive Aufwendungen für FuE, zeigen deutlich unterschiedliche Entwicklungen in den einzelnen Phasen. Eindeutig prozyklisch und überdurchschnittlich stark schwanken die FuE-Investitionen. Sie wurden im FuE-Aufschwung Mitte der 80er Jahre und dann wieder Ende der 90er Jahre am kräftigsten ausgeweitet, sie wurden aber auch am stärksten in der Abschwungphase zurückgenommen.

Abb. 4-3: Veränderung der internen FuE-Aufwendungen nach Ausgabenart in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)

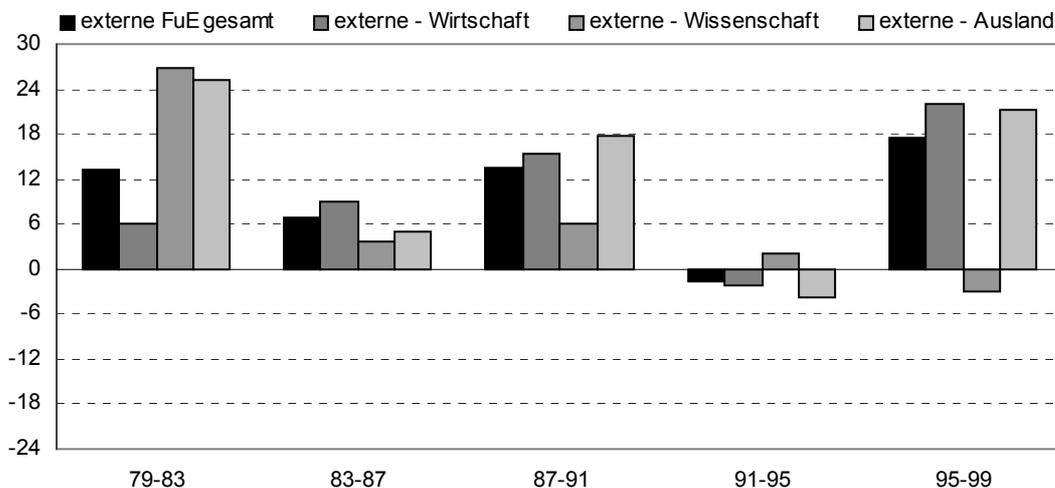


Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Wesentlich stabiler, d.h. mit unterdurchschnittlichen Veränderungsrate, entwickeln sich die *Ausgaben für FuE-Personal*. Hier sind kurzfristige Anpassungen aufgrund des Fixkostencharakters von Personalkosten (zumindest in kurzfristiger Perspektive) und der hohen Exist-, Sunk-, Such- und Integrationskosten bei hohen Fluktuationen im FuE-Personalbestand auch wesentlich teurer. Die *Ausgaben für Sachmittel* verhalten sich in der Tendenz ähnlich jenen für FuE-Personal, da sie auch stark an die Aktivitäten des FuE-Personals gekoppelt sind.

Innerhalb der *externen FuE-Aufwendungen* entwickeln sich die Aufwendungen nach Empfängergruppen ebenfalls in unterschiedlichen zyklischen Phasen uneinheitlich. Die *externen FuE-Aufträge an die Wissenschaft* schwanken - mit Ausnahme des Zeitraums 1979-1983 - am geringsten. Sie nahmen auch in der Phase der raschen Ausweitung von FuE in den 80er Jahren nur unterdurchschnittlich zu, gingen dafür aber in der ersten Hälfte der 90er Jahre entgegen dem Trend nicht zurück. Die starke Ausweitung der externen FuE in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ging dagegen an der Wissenschaft vorbei. Allerdings berichten die Wissenschaftseinrichtungen selbst in den vergangenen Jahren einen deutlichen Anstieg ihrer Wirtschaftsdrittmitel (vgl. hierzu auch Legler et al. 2002, 39ff).

**Abb. 4-4:** *Veränderung der externen FuE-Aufwendungen nach Empfängergruppen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)*



Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Deutlich prozyklisch schwanken die *externen FuE-Aufträge an das Ausland*. Dahinter stehen in erster Linie die Bereitstellung von FuE-Mittel für Auslandstochter deutscher Konzerne. Im Konjunkturaufschwung werden diese Mittel überdurchschnittlich stark ausgeweitet, im Konjunkturabschwung überdurchschnittlich stark zusammengestrichen. Die international tätigen forschenden Unternehmen aus Deutschland verhalten sich somit genauso wie Konzerne aus anderen Ländern hinsichtlich der Finanzierung von FuE in ihren deutschen Auslandstöchtern:

Denn auch die Finanzierung von FuE aus dem Ausland zeigt - wie oben gesehen - das gleiche Muster. Die externen FuE-Aufträge an andere Unternehmen - quantitativ der größte Block der externen FuE-Aufwendungen, schwanken ebenfalls prozyklisch, allerdings machte dieser Teil der externen FuE-Aufwendungen die kräftige Expansion Anfang der 80er Jahre nur unterdurchschnittlich mit.

#### *4.2 Entwicklung von FuE-Komponenten in FuE-intensiven Industriebranchen*

Um die Frage zu untersuchen, inwieweit die gezeigten Veränderungen der einzelnen FuE-Komponenten im Konjunkturzyklus ein über alle Branche hinweg anzutreffendes Merkmal sind, oder ob es spezifische Branchenmuster gibt, werden für acht Branchengruppen des verarbeitenden Gewerbes konsistente Zeitreihen zu den einzelnen FuE-Komponenten für den Zeitraum 1979 bis 1999 auf Basis der FuE-Daten des Stifterverbands zusammengestellt. Diese Branchengruppen sind Chemie (WZ 24 ohne 24.4), Pharma (WZ 24.4), Maschinenbau (WZ 29), Elektrotechnik (WZ 31), Elektronik/Medientechnik (WZ 32), Automobilbau (WZ 34), Computerbau, Instrumentenbau, sonstiger Fahrzeugbau (WZ 30, WZ 33, WZ 35) sowie das sonstige verarbeitende Gewerbe (WZ 15-23, WZ 25-28, WZ 36-37). Die ersten sieben Gruppen stellen die FuE-intensiven Bereiche des verarbeitenden Gewerbes dar, sie machen - je nach Jahr - 91 bis 93 % der gesamten FuE-Aufwendungen des westdeutschen verarbeitenden Gewerbes aus.

Die Veränderung der FuE-Aufwendungen in den einzelnen konjunkturellen Phasen der vergangenen beiden Dekaden entspricht für die meisten Branchen demjenigen des westdeutschen verarbeitenden Gewerbes insgesamt. So weitete jede Branche in der Expansionsphase 1983-87 ihre FuE-Aufwendungen (sowohl insgesamt als auch in Bezug auf die internen Aufwendungen) aus, und fast jede Branche reduzierte ihre FuE-Aufwendungen im Zeitraum 1991-95. Für einige Branchen können allerdings zum Teil deutlich Abweichungen von diesem Trend festgestellt werden, die für die gesamten FuE-Aufwendungen ebenso wie für die internen Aufwendungen und die FuE-Personalaufwendungen gelten.<sup>15</sup>

- Der *Automobilbau* hat über alle Konjunkturschwankungen hinweg seine FuE-Aufwendungen real ausgeweitet. In der Phase rückläufiger FuE-Aufwendungen 1991-1995 war er die einzige Branche mit weiter wachsenden Aufwendungen. Gleichwohl spiegeln sich konjunkturelle Schwankungen auch in den Wachstumsraten der FuE im Automobilbau wider: In der Rezessionsphase Anfang der 90er Jahre lag das durchschnitt-

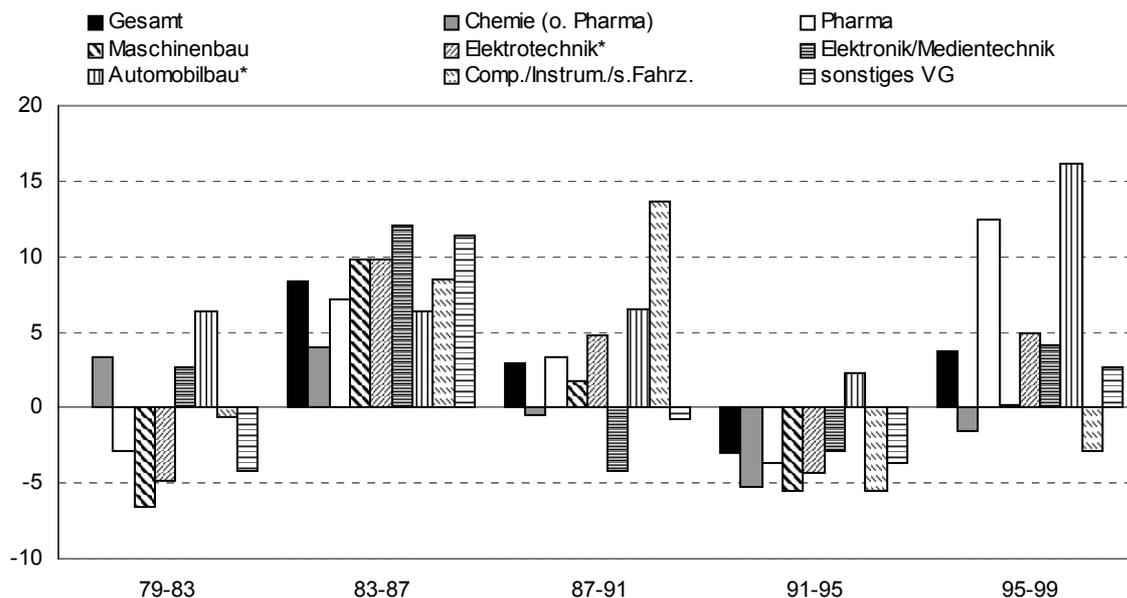
---

<sup>15</sup> Vgl. hierzu auch Legler et al. (2002, 2003).

liche jährliche Wachstum mit gut 2 % deutlich unter dem Expansionstempo der 80er Jahre (6-7 %) und des starken Anstiegs der FuE-Aufwendungen nach 1995 (16 % pro Jahr).

- Die *Chemieindustrie* verringerte - in konstanten Preisen gerechnet - bereits in der Aufschwungphase Ende der 80er Jahre und ebenso in der Aufschwungphase Ende der 90er Jahre ihre Aufwendungen für FuE. Aber auch hier zeigen sich konjunkturelle Zyklen in unterschiedlich hohen negativen Wachstumsraten (1987-91 und 1995-99: -1 bis -2 %, 1991-95: -5 %).
- Im *Maschinenbau* und in der überwiegend zur Spitzentechnologie zählenden Branchengruppe *Computer/Instrumente/sonstiger Fahrzeugbau* sind nach überdurchschnittlich starken Rückgängen in der Rezession 1993/94 in der Aufschwungphase nach 1995 keine realen Zuwächse zu verzeichnen, d.h. das FuE-Verhalten dieser beiden Sektoren scheint jüngst von der Konjunktur abgekoppelt zu sein.

**Abb. 4-5: Veränderung der gesamten FuE-Aufwendungen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)**



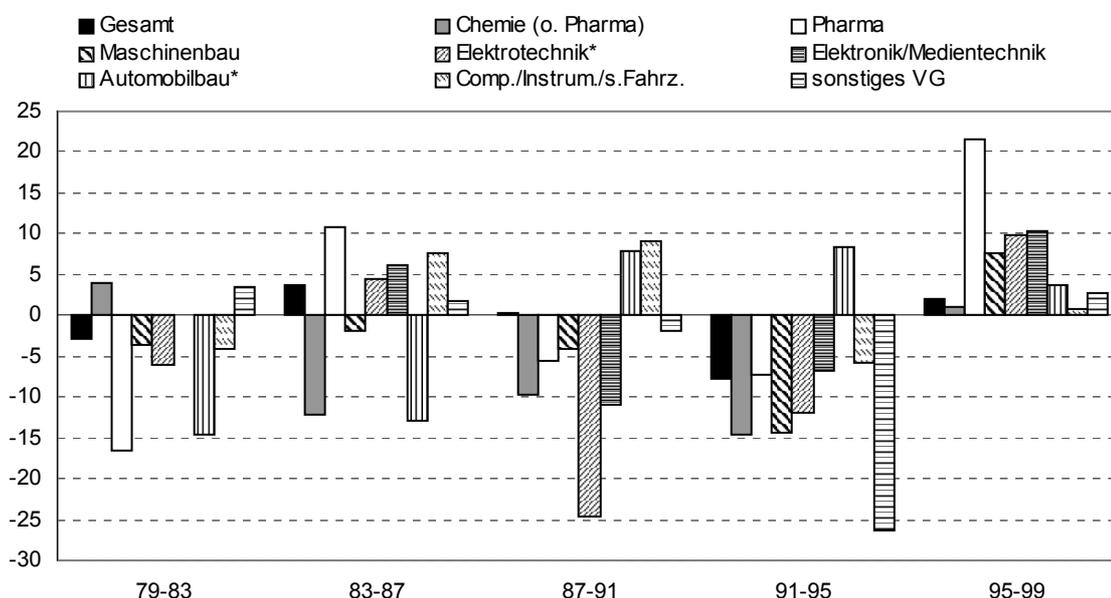
\* Elektrotechnik und Automobilbau: 97-99 statt 95-99

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Die *Finanzierung von FuE durch den Wirtschaftssektor* selbst folgt im Wesentlichen dem gleichen Muster der gesamten FuE-Aufwendungen, da der überwiegende Teil der FuE-Aufwendungen aus dieser Finanzierungsquelle stammt. Bei der *staatlichen Finanzierung* von FuE in der Wirtschaft zeigt sich nur für die zweite Hälfte der 90er Jahre ein einheitliches Bild: Von der in dieser Phase insgesamt zunehmenden staatlichen FuE-Finanzierung profi-

tierten alle Branchengruppen, wengleich die Pharmabranche, der Maschinenbau und die Elektroindustrie überdurchschnittlich. In der ersten Hälfte der 90er Jahre schlug der generelle Trend rückläufiger staatliche Finanzierungsbeiträge für FuE in der Wirtschaft auf fast alle Branchen durch. Eine Ausnahme bildete allerdings der Automobilbau, wobei für diesen die staatlichen Finanzierungsbeiträge nur einen marginalen Anteil ausmachen, und - in der Phase 1987-91 - der Computer-, Instrumenten- und sonstige Fahrzeugbau. Die 80er Jahre bieten insgesamt ein uneinheitliches Bild bezüglich der Veränderung staatlichen FuE-Finanzierung auf Branchenebene.

**Abb. 4-6: Veränderung der staatlichen Finanzierung von FuE in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)**

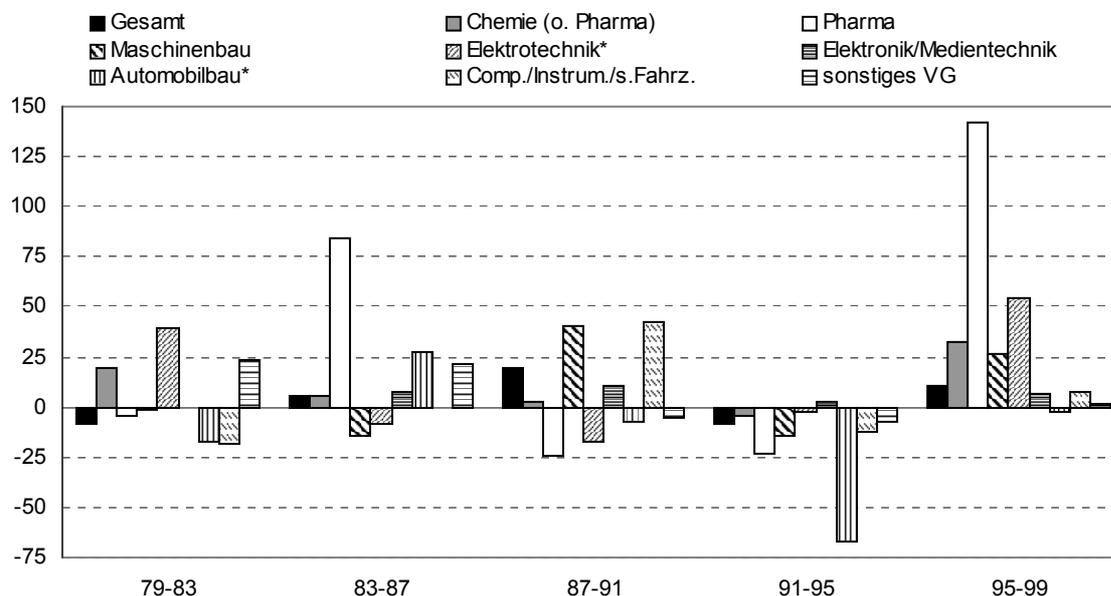


\* Elektrotechnik und Automobilbau: 97-99 statt 95-99

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Die Finanzierung von FuE aus dem Ausland zeigt auch für die meisten Branchen den prozyklischen Verlauf, der sich in Summe des westdeutschen verarbeitenden Gewerbes ergibt. In der zweiten Hälfte der 90er Jahre profitierten fast alle Branchengruppen von steigenden Auslandsmitteln für FuE, während in der FuE-Kontraktionsphase 1991-95 in allen Branchen ein rückläufiges oder zumindest stagnierendes Finanzierungsvolumen aus dem Ausland zu beobachten WAR. In den 80er Jahren sind die Branchenunterschiede dagegen beträchtlich, ein einheitliches Muster ist nicht zu erkennen.

**Abb. 4-7: Veränderung der Finanzierung von FuE aus dem Ausland in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)**

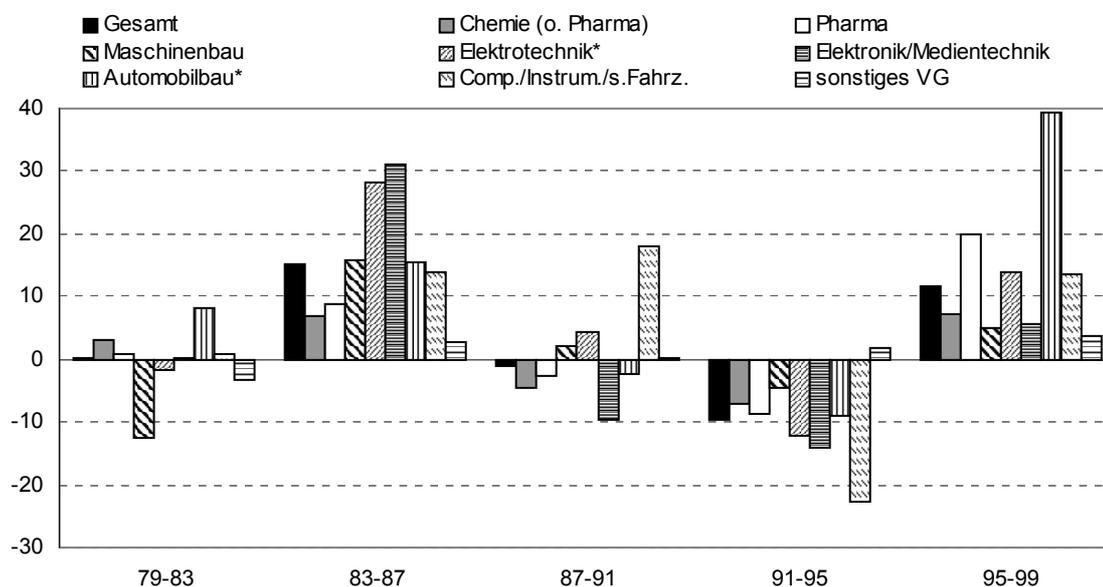


\* Elektrotechnik und Automobilbau: 97-99 statt 95-99

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Das Muster stark prozyklisch schwankender *investiver FuE-Aufwendungen* zeigt sich in allen Branchen. In den beiden Phasen expansiver FuE-Aufwendungen (1983-87, 1995-99) nehmen in allen Branchen die FuE-Investitionen zu, in der Phase rückläufiger FuE-Aufwendungen 1991-95 nehmen sie in allen Branchen (außer dem sonstigen verarbeitenden Gewerbe) ab. Beachtenswert ist, dass in der Hochkonjunkturphase 1987-1991, als die gesamten FuE-Aufwendungen mit einer durchschnittlichen jährlichen realen Wachstumsrate von 4 % stiegen, die investiven Aufwendungen in den meisten Branchen zurückgingen. Offenbar wurden auf Basis der vorangegangenen, hohen FuE-Investitionen in dieser Phase die zusätzlichen FuE-Mittel verstärkt für umsetzungsnähere FuE-Projekte, die vor allem einen zusätzlichen Einsatz von FuE-Personal und Sachmittel verlangen, genutzt. Einzig die Branchengruppe Computer/Instrumente/sonstiger Fahrzeugbau weitete auch in dieser Phase das Volumen der FuE-Investitionen aus. Uneinheitlich ist das Branchenbild dagegen in der Periode 1979-83, in der sowohl die gesamten als auch die investiven FuE-Aufwendungen in Summe stagnieren.

Abb. 4-8: Veränderung der FuE-Investitionen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)



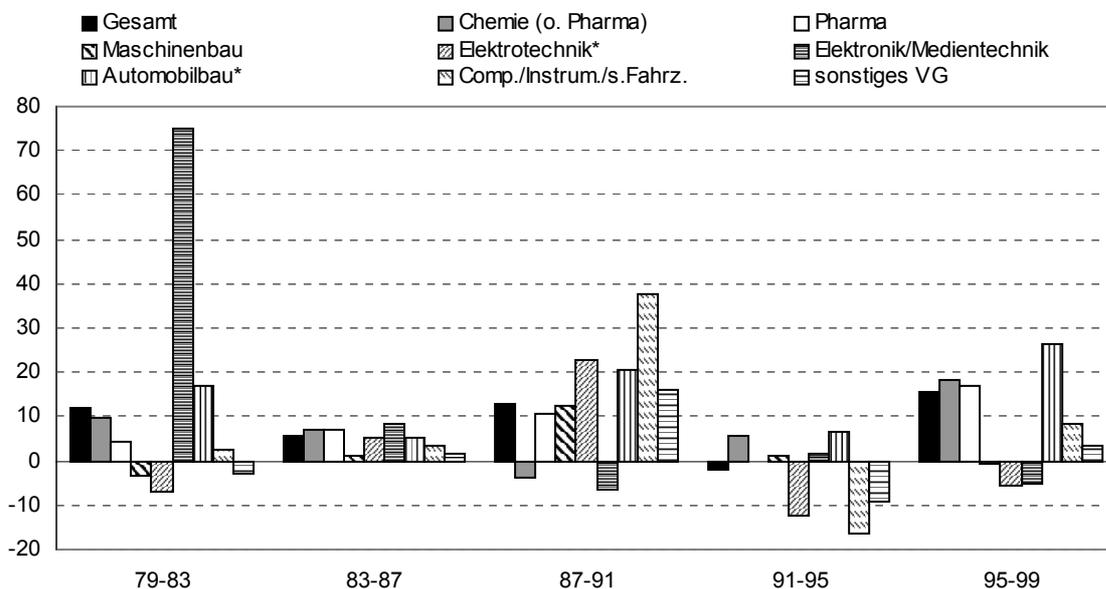
\* Elektrotechnik und Automobilbau: 97-99 statt 95-99

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

Der Trend bei den *externen FuE-Aufwendungen*, nämlich eine stetige Zunahme, die nur in der Periode 1991-95 durch einen leichten Rückgang unterbrochen wurde, zeigt sich auch für die meisten Branchen. In der Elektronik und Medientechnik ist allerdings seit der zweiten Hälfte der 80er Jahre ein antizyklisches Bild zu beobachten: In den Zeiträumen 1987-91 sowie 1995-99 wurden die externen FuE-Aufwendungen zurückgefahren, während sie - gegen den Trend - im Zeitraum 1991-95 leicht erhöht wurden. Insgesamt fällt die Elektronik/Medientechnik bei den externen FuE-Aufwendungen insofern aus dem Rahmen, als sie die einzige Branche ist, die seit Ende der 80er Jahre bis 1999 ihre externen FuE-Aufwendungen in Summe deutlich zurückgefahren hat. Ein ähnlicher Verlauf der externen FuE-Aufwendungen zeigt sich auch in der Chemieindustrie, wengleich in der zweiten Hälfte der 90er Jahre hier die externen FuE-Aufwendungen überdurchschnittlich stark zugenommen haben.

Der Automobilbau ist die einzige Branche, die in jeder Phase die externen FuE-Aufwendungen erhöht hat, d.h. die externen FuE-Aufwendungen entwickelten sich im Gleichschritt mit den gesamten. Hinsichtlich der Wachstumsraten der externen FuE-Aufwendungen im Automobilbau sind allerdings deutliche konjunkturelle Schwankungen zu beobachten: Besonders kräftig wuchsen die für externe FuE bereitgestellten Mittel 1987-91 und 1995-99 (20-25 % pro Jahr), während der Zuwachs 1991-95 mit +7 % pro Jahr für die Verhältnisse der Automobilindustrie bescheiden blieb (aber über der Wachstumsrate der FuE-Aufwendungen insgesamt von +2,5 % lag).

**Abb. 4-9: Veränderung der externen FuE-Aufwendungen in der westdeutschen Industrie 1979-1999 nach Branchengruppen und Konjunkturperioden (durchschnittliche jährliche reale Veränderungsrate in %)**



\* Elektrotechnik und Automobilbau: 97-99 statt 95-99

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

## 5 Konjunkturelle Einflüsse auf die Höhe der FuE-Ausgaben

In diesem Abschnitt wird auf mikroökonomischer Basis untersucht, inwieweit konjunkturelle Faktoren FuE-Entscheidungen von Unternehmen beeinflussen. Hierfür werden zwei unterschiedliche empirische Zugangswege besprochen: Auf Basis der FuE-Unternehmensdaten des Stifterverbands werden für den Zeitraum 1981-2001 mikroökonomische Paneldatenmodelle zur Bedeutung konjunktureller und anderer Einflussfaktoren auf die Höhe der FuE-Aufwendungen und seiner einzelnen (in Abschnitt 4. dargestellten) Komponenten geschätzt. Ergänzend dazu werden mit 10 Unternehmen qualitative Interviews durchgeführt, die Aufschluss über die konkrete Wirkung von konjunkturellen Veränderungen auf FuE-Entscheidungsprozesse in kleinen und großen Unternehmen geben sollen.

### 5.1 *Datengrundlage und Methode der ökonometrischen Schätzungen*

Die FuE-Erhebung des Stifterverbands stellt Informationen zur Höhe und Struktur der FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland für die vergangenen zwei Jahrzehnte in Form einer de facto Vollerhebung aller FuE-treibenden Unternehmen bereit. Diese Datenbasis ermöglicht die Analyse des Einflusses konjunkturellen Rahmenbedingungen auf Entscheidungen von Unternehmen, Ressourcen für FuE bereit zu stellen. Ziel ist es, die Bedeutung unterschiedlicher Konjunkturfaktoren, die verschiedene Übertragungsmechanismen zwischen konjunkturellen Veränderungen und der Höhe der FuE-Aufwendungen bzw. des FuE-Personaleinsatzes abbilden, empirisch zu bestimmen. Hierfür werden Paneldatenmodelle herangezogen.

Konzeptionelle Grundlage der Schätzungen bildet das in Abschnitt 2.2 dargestellte Modell. Die Höhe der FuE-Aufwendungen ( $F_{it}$ ) eines Unternehmens  $i$  in einem Beobachtungsjahr  $t$  hängt von der Höhe der FuE-Aufwendungen in der Vorperiode ( $F_{i,t-1}$ ) und verschiedenen exogenen Einflussfaktoren ( $X_{it}$ ), die sowohl das konjunkturelle Umfeld als auch andere Determinanten wie die Preise für FuE-Inputs, die technologische Kompetenz des Unternehmens, die technologische Dynamik im Markt, die Fähigkeit zur Aneignung externer FuE-Ergebnisse sowie Marktstrukturen und Nachfragedynamik umfassen.<sup>16</sup> Ein zu schätzender Anpassungsparameter  $\phi$  gibt an, in welchem Ausmaß die Unternehmen auf Veränderungen in den konjunkturellen Einflussfaktoren mit Anpassungen ihrer FuE-Aufwendungen reagieren.

$$F_{it} = \phi_i \alpha X_{it} + (1 - \phi_i) F_{i,t-2} \quad \text{mit } 0 < \phi < 1 \quad [5.1]$$

Die Datenbasis bilden alle kontinuierlich forschenden Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland, die im Rahmen der FuE-Erhebung des Stifterverbands im Zeitraum 1981 bis 2001 in zumindest drei aufeinander folgenden Jahren einer Haupterhebung (die im zweijährigen Rhythmus - jeweils in ungeraden Referenzjahren - FuE-Daten erhebt) positive Angaben zur Höhe der FuE-Aufwendungen gemacht haben. Die Stichprobe schließt somit keine Unternehmen ein, die in einzelnen Jahren keine FuE-Aufwendungen gemeldet hatten. Zu diesen Unternehmensdaten werden über einen Branchenschlüssel (WZ 79 bzw. WZ 93) branchenspezifische Konjunkturindikatoren aus dem ifo Konjunkturtest für 61 Produktgruppen sowie weitere Einflussfaktoren auf Branchenebene (WZ 2-Steller) zugespielt.

Den Analysen liegen Paneldaten zugrunde. Paneldaten zeichnen sich dadurch aus, dass Untersuchungseinheiten (hier: Unternehmen) zu verschiedenen Zeitpunkten beobachtet werden. Somit stellen Paneldaten eine Kombination aus Querschnitts- und Zeitreihendaten dar.

Gemäß Baltagi (2001) hat eine Panelstruktur mehrere Vorteile. Zunächst ist es möglich, individuelle Heterogenität zu beobachten, die auf der realistischen Annahme beruht, dass Unternehmen verschieden sind, sich also in einigen Merkmalen unterscheiden. Ein weiterer Vorteil von Paneldaten liegt darin, dass man für viele Beobachtungen die Dynamik der Anpassung modellieren kann und - damit eng zusammenhängend - lassen sich Verhaltensmuster darstellen. Gegenüber Querschnitts- und Zeitreihendaten liegt ihr Vorzug auch in der Elimination von Verzerrungen aufgrund einer Aggregation über die Unternehmen hinweg.

Ein Paneldatenmodell wird wie folgt dargestellt:

$$F_{it} = X_{it}'\beta + c_i + \varepsilon_{it} \quad [5.2]$$

Hierbei stellt  $F_{it}$  die zu erklärende Variable (Logarithmus der FuE-Aufwendungen zu konstanten Preisen), dar.  $X_{it}$  repräsentiert alle exogenen Einflussgrößen und  $\beta$  misst ihren Effekt auf  $F_{it}$ . Die individuelle, unbeobachtbare Heterogenität fließt durch  $c_i$  ein. Dieser individuelle Effekt ist unabhängig von der Zeit und bildet unbeobachtete Eigenschaften des Unternehmens ab wie z.B. die Fähigkeiten und das Knowhow des Managements. Um diese Gleichung konsistent schätzen zu können, müssen die Einflussgrößen unabhängig von der individuellen Heterogenität und vom Fehlerterm  $\varepsilon_{it}$  sein (siehe Baltagi 2001, Wooldridge 2002).

In dieser Studie interessiert auch der Effekt, den vergangene Werte der abhängigen Variable auf den heutigen haben können. Deshalb wird zusätzlich als weitere Einflussgröße eine ver-

---

<sup>16</sup> Für ein allgemeines Modell der FuE-Determinanten unter vollkommenen Wettbewerb vgl. Lee (2003).

zögerte abhängige Variable eingeführt. Diese Art von Modell wird als dynamisches Panelmodell bezeichnet und wird wie folgt dargestellt:

$$F_{it} = \beta F_{i,t-1} + X_{it}'\gamma + c_i + \varepsilon_{it} \quad [5.3]$$

Bei dieser Modellierung taucht allerdings das Problem auf, dass die verzögerte abhängige Variable nicht unabhängig von der individuellen Heterogenität ist.<sup>17</sup>

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, stellt der von Arellano und Bond (1991) vorgeschlagene Schätzer dar. Um den individuen-spezifischen Effekt zu eliminieren, wird das Modell zunächst transformiert und in ersten Differenzen dargestellt:

$$F_{it} - F_{i,t-1} = \beta(F_{i,t-1} - F_{i,t-2}) + (X_{it} - X_{i,t-1})'\gamma + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}) \quad [5.4]$$

Hier taucht nun das Problem auf, dass auf der linken und der rechten Seite die gleiche Variable  $F_{i,t-1}$  steht.<sup>18</sup> Diese ist zusätzlich mit der Fehlerterm-Differenz korreliert, was zu verzerrten Ergebnissen führen kann. Um eine Verzerrung zu vermeiden, muss man so genannte Instrumente für die betreffende Einflussgröße finden, die einen starken Zusammenhang zur ursprünglichen Einflussgröße aufweisen, aber unabhängig vom Fehlerterm sind. Als solche Instrumente eignen sich beispielsweise die FuE-Aufwendungen der Vorperioden:  $F_{i,t-2}, F_{i,t-3}, \dots, F_{i,0}$ .

Ein ähnliches Problem ergibt sich, wenn einige Einflussgrößen predeterminiert sind, d.h. wenn sie nicht unabhängig von vergangenen Schocks sind. Diese Schocks werden durch den Fehlerterm repräsentiert. Somit ist die Annahme der Unabhängigkeit von Einflussgröße und Fehlerterm verletzt. Die Lösung gestaltet sich analog zu oben.

Die in diesem Bericht gewählte Spezifikation ist der so genannte zweistufige Arellano-Bond-Schätzer. Die zweistufige Variante wurde gewählt, weil keine Annahmen bezüglich der Verteilung der Fehlerterme zugrunde gelegt wird.<sup>19</sup> In der ersten Stufe werden die Störterme geschätzt, die in der zweiten Stufe in die Berechnung der Varianz-Kovarianz-Matrix einfließt. Diese Verfahrensweise gewährleistet konsistente Schätzer für die Koeffizienten der Einflussgrößen und der verzögerten abhängigen Variablen.

---

<sup>17</sup> Die verzögerte abhängige Variable, die in der Gleichung eine Einflussgröße darstellt, ist in der Gleichung für die Vorperiode die interessierende Größe. Daraus ergibt sich per Konstruktion eine Abhängigkeit mit dem individuellen, zeit-unabhängigen Effekt, die sich in die Folgeperiode überträgt.

<sup>18</sup> Dieses Problem wird als Simultanitätsproblem bezeichnet.

<sup>19</sup> Bei einem einstufigen Schätzer wird angenommen, dass die Fehlerterme unabhängig und identisch verteilt sind, d.h. keine Heteroskedastie und Autokorrelation der Fehlerterme vorliegen.

Der Vektor X umfasst - unter Berücksichtigung der Datenverfügbarkeit - folgende Variablen:

- Unternehmensspezifische Merkmale, die als Proxy-Größen für die *Absorptionskapazität* und die *Innenfinanzierungsmöglichkeit* des Unternehmens betrachtet werden: Größe (logarithmierte Zahl der Beschäftigten - lnBES), Produktivität (Umsatz je Beschäftigten - PRD), Umsatzwachstum gegenüber der Vorperiode ( $\Delta$ UMS)<sup>20</sup>; sie werden im Rahmen der FuE-Erhebung des Stifterverbands erfasst.
- Indikatoren zur *Preisentwicklung der FuE-Inputs*, nämlich der Index der tariflichen Monatsgehälter (auf Ebene der WZ 2-Steller) als Indikator für den Preis für FuE-Personal sowie der Zinssatz für Fremdkapital, gemessen anhand der Sollzinsen der Banken für Kontokorrentkredite (Durchschnitt der Zinssätze für Kredite zwischen 100.000 und 500.000 € sowie zwischen 500.000 und 2,5 Mio. €), der als Indikator für den Preis für Fremdkapital dient. Zur Ermittlung von realen Größen (LOHN bzw. ZINS) wird der Index der Monatsgehälter durch den Erzeugerpreisindex der jeweiligen Branche geteilt, der für alle Branchen einheitliche Kontokorrentzinssatz wurde um den impliziten Preisindex der Bruttowertschöpfung in der Branche vermindert, um so den Realzinssatz in einer Branche zu erhalten. Die Informationen stammen aus der Zeitreihen-Datenbank des Statistischen Bundesamtes.
- Indikatoren zur *konjunkturellen Situation in einer Branche* wurde auf Ebene von 61 Produktgruppen über Konjunkturindikatoren aus dem ifo Konjunkturtest gemessen. Dabei werden letztlich drei Konjunkturindizes betrachtet: Ein Index für die Geschäftserwartungen in den kommenden sechs Monaten (ERWA), ein Index für die Kapazitätsauslastung (KAPA, der gleichzeitig hoch korreliert ist mit der aktuellen Geschäftslage) und ein Index für die Bedeutung von Fachkräfteknappheit (MANG). Die Datenaufbereitung ist in Abschnitt 6.1 beschrieben.
- Die *weltweite Entwicklung der FuE-Aufwendungen* (FDYN) in einer Branche soll die Anreize für Unternehmen, aufgrund einer hohen bzw. niedrigen globalen FuE-Dynamik selbst mehr oder weniger für FuE aufzuwenden, abbilden. Die *FuE-Intensität in einer Branche* im weltweiten Durchschnitt (interne FuE-Aufwendungen in Relation zur Bruttowertschöpfung - FINT) ist ein Indikator für die technologischen Möglichkeiten und hoch korreliert mit der Patentintensität oder anderen Variablen, die häufig als Proxy-Größen zur Abbildung der technologischen Möglichkeiten herangezogen werden. Weltweite FuE-

---

<sup>20</sup> Aufgrund der zweijährigen Datenerhebung durch den Stifterverband stehen nur für jedes zweite Jahr Beobachtungen zur Verfügung. "Vorperiode" bezieht sich hier und im Folgenden daher auf den Wert des vorvergangenen Jahres. Dies beeinträchtigt zweifelsohne die Abbildung von konjunkturellen Phasen, aufgrund der Datenrestriktion gibt es allerdings keine Alternative zu diesem Vorgehen.

Daten auf Branchenebene stammen aus der ANBERD-Datenbank der OECD und beziehen sich auf 14 OECD-Länder (vgl. Abschnitt 7.), Daten zur Bruttowertschöpfung einer Branche wurden der STAN-Datenbank der OECD entnommen.

- Die Marktstrukturen, unter denen die Unternehmen agieren und die für FuE-Entscheidungen relevant sein können, werden über zwei Näherungsgrößen abzubilden versucht: Das *relative Preisniveau* in einer Branche in Deutschland im Vergleich zum OECD-Durchschnitt (WETT) ist ein Indikator für die Wettbewerbsintensität, wobei der Indikator so konstruiert ist, dass ein niedriges Preisniveau - d.h. hoher Wettbewerb - durch einen hohen Wert repräsentiert ist. Die *Nachfragespezialisierung* misst den Anteil der Nachfrage nach den Gütern einer Branche an der Gesamtnachfrage in Deutschland in Relation zum entsprechenden Wert im Durchschnitt der OECD (NFSP) und soll Nachfragevor- und -nachteile Deutschlands aufgrund von Nachfragepräferenzen abbilden. Beide Indikatoren wurden auf Basis der Purchasing Power Parities Statistik der OECD berechnet, Details der Berechnung sind in Beise et al. (2002) beschrieben. Schließlich wird noch die *Exportquote der Branche*, der Unternehmen  $i$  angehört (EXQU), als Kontrollvariable für die Bedeutung der Auslandsnachfrage und damit von internationalen Konjunkturtrends, die möglicherweise nur ungenügend über die Konjunktüreinschätzung durch deutsche Unternehmen abgebildet sind, herangezogen.

Mit Ausnahme der Veränderung des Unternehmensumsatzes gehen alle Variablen gelagert, d.h. mit ihren Werten für die Vorperiode, in das Modell ein.

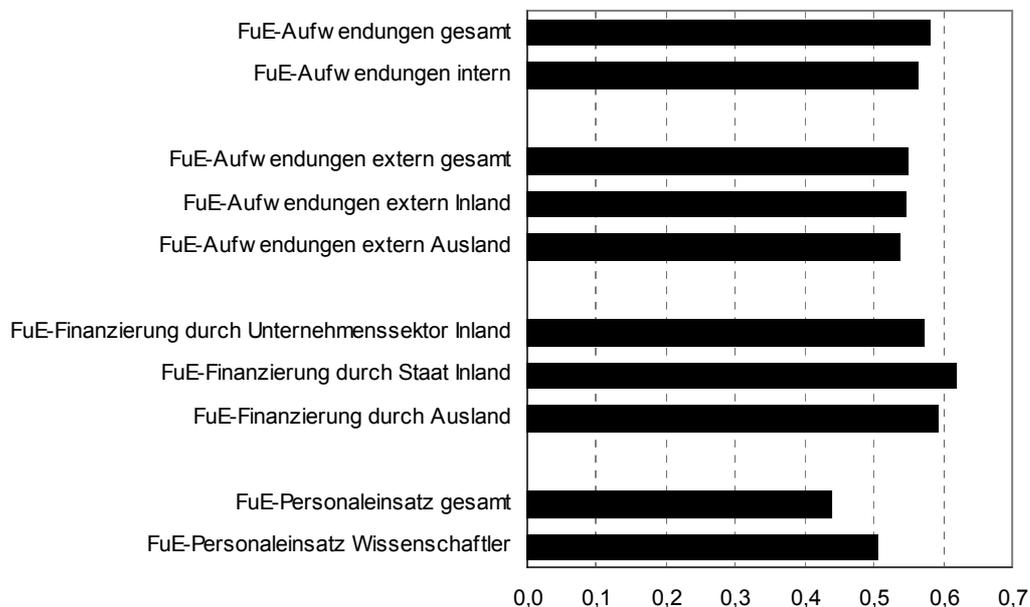
## 5.2 *Ergebnisse der Modellschätzungen*

Die Schätzergebnisse beziehen sich auf die FuE-Aufwendungen von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland für den Zeitraum 1981 bis 2001 (ab 1991 inklusive Ostdeutschland, wobei aufgrund der Bedingungen von mindestens drei aufeinander folgenden Beobachtungen ostdeutsche Unternehmen nur berücksichtigt werden, wenn sie auch für 1995 oder später positive FuE-Aufwendungen aufweisen). Die Schätzergebnisse sind in zwei Tabellen im Anhang zusammengefasst.

Der kurzfristige Anpassungsparameter der FuE-Aufwendungen liegt mit 0,58 für die FuE-Aufwendungen insgesamt bzw. mit 0,44 für den FuE-Personaleinsatz vergleichsweise hoch. Die höhere Konjunkturreagibilität der Aufwendungen im Vergleich zum Personaleinsatz ist plausibel, da FuE-Personalkosten viel stärker Fixkostencharakter haben und daher nicht kurzfristig angepasst werden können. Hinsichtlich interner und externer Aufwendungen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. Auf der Finanzierungsseite erweisen sich die vom deutschen Staat (Bund und Länder) bereitgestellten Mittel für FuE in Unternehmen als stärker

mit der Konjunktur schwankend als die vom Unternehmenssektor selbst bereitgestellten Mittel.

**Abb. 5-1:** *Kurzfristiger Anpassungsparameter von FuE: Ausmaß der Veränderung von FuE-Komponenten auf konjunkturelle Veränderungen (verarbeitendes Gewerbe Deutschland 1981-2001)<sup>a)</sup>*



a) Die Werte geben die Reagibilität der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) bei Änderung der konjunkturellen Situation an. Je größer der Wert ist, desto stärker ist die konjunkturelle Anpassung.

Quelle: FuE-Erhebungen des Stifterverbands. - Berechnungen des ZEW.

Die deutliche Konjunkturreakibilität der FuE-Aufwendungen der deutschen Industrieunternehmen ist auf unterschiedliche von **Übertragungsmechanismen** zwischen Konjunktur und FuE-Verhalten zurückzuführen:

- Die stärksten Impulse der Konjunktur laufen über die Umsatzentwicklung der Unternehmen. Ein **Umsatzwachstum** (bzw. ein Umsatzrückgang) von 10 % führt kurzfristig zu einer Erhöhung (Verringerung) der gesamten FuE-Aufwendungen um 2 %. In Bezug auf die internen FuE-Aufwendungen ist der kurzfristige Effekt mit knapp 3 % größer, während die externen FuE-Aufwendungen von der Umsatzentwicklung nicht beeinflusst werden. Die langfristigen Effekte<sup>21</sup> sind mit 3½ % (gesamte FuE-Aufwendungen) bzw. 5 % (interne FuE-Aufwendungen) deutlich höher. Der FuE-Personaleinsatz reagiert weniger stark

<sup>21</sup> Kurzfristige Effekte beziehen sich auf die Reaktion der FuE-Größen auf konjunkturelle Schocks in der vorangegangenen Periode, langfristige Effekte bilden ab, wie sich Änderungen bei Einflussgrößen wie Umsatz oder Faktorpreise über konjunkturelle Bewegungen hinweg auf FuE-Entscheidungen auswirken. Die langfristigen Effekte ergeben sich aus dem Verhältnis des Koeffizienten der unabhängigen Variablen zu Eins minus dem Koeffizienten der jeweiligen FuE-Größe der Vorperiode.

auf eine 10-%ige Umsatzveränderung: Der Gesamtbestand an FuE-Personal wird kurzfristig um  $1\frac{1}{4}$  % angepasst (langfristig:  $3\frac{1}{2}$  %), der Einsatz von Wissenschaftlern (innerhalb des FuE-Personals) um etwa  $1\frac{1}{2}$  % (langfristig: 3 %). Die Umsatzentwicklung der Unternehmen hat schon alleine deshalb eine stark positive Wirkung auf die Höhe der FuE-Aufwendungen, da ein bedeutender Teil der Kosten für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten unmittelbar vom Auftragsvolumen abhängt. Dies trifft insbesondere auf jene Branchen zu, in denen eine Einzel- und Kleinserienfertigung bei Ausrichtung auf die spezifischen Wünsche einzelner Kunden dominiert, wie etwa in vielen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus.

- Ein zweiter Übertragungsweg zwischen Konjunktur und FuE-Aufwendungen läuft über die Entwicklung der **Faktorpreise**: Sowohl die Reallohnentwicklung als auch die Entwicklung der Realzinssätze übt einen negativen Einfluss auf die Entscheidung der Unternehmen aus, in FuE zu investieren. Eine Erhöhung des inflationsbereinigten Tariflohnindex um einen Prozentpunkt führt kurzfristig zu einem Rückgang der gesamten FuE-Aufwendungen um etwa 0,3 %. Steigt der Realzinssatz um einen Prozentpunkt, bewirkt dies kurzfristig einen Rückgang bei den FuE-Aufwendungen von knapp 0,2 %. Da Reallohne und Realzinsen tendenziell prozyklisch schwanken, geht von den Faktorpreisen ein antizyklischer Effekt auf die Höhe der FuE-Aufwendungen aus. Die langfristigen Effekte von Änderungen in den Faktorpreisen auf die Höhe der FuE-Aufwendungen sind mit 0,5 % (Reallohn) bzw. 0,3 % (Realzins) etwa doppelt so hoch wie die kurzfristigen. Die kurzfristigen wie langfristigen Effekte der Faktorpreise sind auf die monetären FuE-Aufwendungen stärker als auf den FuE-Personaleinsatz.
- Die **Konjunktüreinschätzung** auf Branchenebene - gemessen anhand von Indikatoren aus dem ifo Konjunkturtext zur Geschäftserwartung, zur Kapazitätsauslastung und zum Vorhandensein von Fachkräftemangel<sup>22</sup> - spielt dagegen nur eine geringe Rolle für die Entscheidungen der Unternehmen, in FuE zu investieren. Nur die Kapazitätsauslastung wirkt positiv: Erhöht sich diese um einen Prozentpunkt, steigen die FuE-Aufwendungen um 0,2 %. Die Kapazitätsauslastung ist dabei stark mit der Einschätzung der Unternehmen zur aktuellen Geschäftslage korreliert. Die eher zukunftsgerichteten Geschäftserwartungen üben keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Höhe der FuE-Aufwendungen aus. Es scheint somit, dass der Übertragungsmechanismus der Konjunktüreinschätzung sehr kurzfristig auf die Höhe der FuE-Aufwendungen wirkt.

---

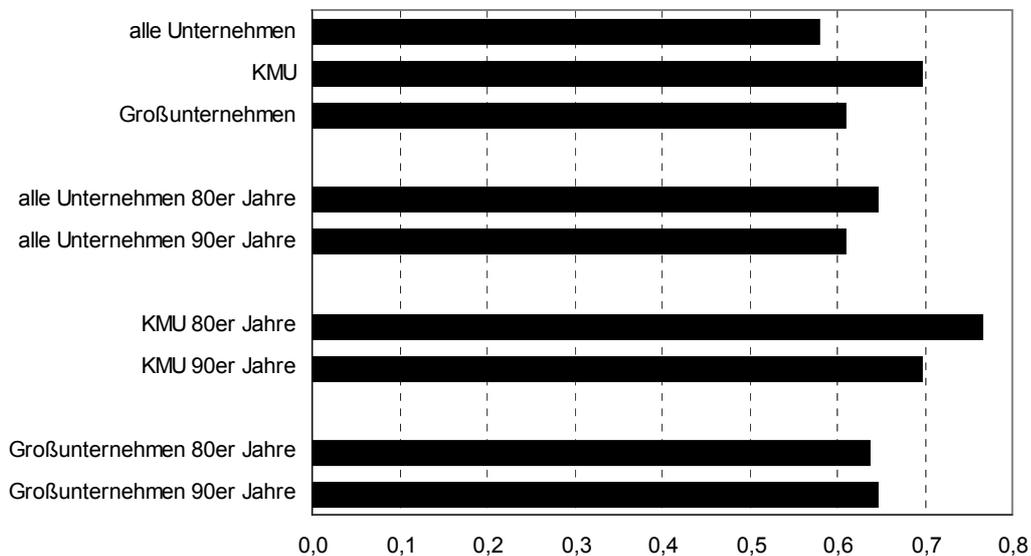
<sup>22</sup> Neben diesen drei Indikatoren wurden auch weitere berücksichtigt (z.B. Geschäftslage, Veränderung der Nachfragesituation, des Auftragsbestands, der inländischen Produktionstätigkeit, des Exportgeschäfts), die jedoch mit jeweils einem der drei Indikatoren hoch korrelieren und daher nicht in das Modell einbezogen wurden.

- Beachtenswert ist auch der positive Zusammenhang zwischen der **Exportorientierung der Branche**, dem das Unternehmen angehört, und seinen FuE-Aufwendungen: Steigt die Exportquote der Branche um einen Prozentpunkt, wachsen die FuE-Aufwendungen der Unternehmen um 1 %. Dies deutet darauf hin, dass eine zunehmende Exportorientierung zusätzliche FuE-Anstrengungen erfordert. Der ursächliche Zusammenhang ist allerdings nicht eindeutig. Denn gleichzeitig stärken FuE-Aufwendungen als Investitionen in neue Produkte und neue Technologien auch die Wettbewerbsposition und versprechen von daher bessere Absatzchancen auf Märkten, die durch einen Qualitätswettbewerb gekennzeichnet sind.
- Ein interessantes Ergebnis ist außerdem, dass die **weltweite Veränderung der Forschungsintensität** in einer Branche (FuE-Aufwendungen in Relation zum Umsatz im Durchschnitt aller OECD-Länder) einen negativen Einfluss auf die Veränderung der FuE-Aufwendungen der deutschen Unternehmen ausübt. Dies bedeutet, dass die FuE-Dynamik in Deutschland in den vergangenen 20 Jahren nicht vorrangig in den Branchen erfolgte, die international durch eine überdurchschnittlich kräftige FuE-Intensivierung charakterisiert sind (wie z.B. Instrumentenbau, Pharma), sondern in Branchen mit international stagnierender oder abnehmender FuE-Intensität (Metall, Elektronik/Medientechnik, Fahrzeugbau).

Eine **Differenzierung zwischen KMU** (bis 249 Beschäftigte) und größeren Unternehmen (ab 250 Beschäftigte) sowie zwischen den **80er und den 90er Jahren** zeigt einige markante Unterschiede im Einfluss der Konjunktur auf FuE-Entscheidungen, die die allgemeinen Ergebnisse zum Teil deutlich abändern:

- Die Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen nahm von den 80er zu den 90er Jahren leicht ab. Diese Abnahme ist alleine den KMU geschuldet. Forschende KMU betreiben in den 90er Jahren offenbar stetiger FuE als noch in den 80er Jahren. Hierbei kommt sicherlich auch den ostdeutschen KMU eine stabilisierende Rolle zu. In Großunternehmen nahm die Konjunkturabhängigkeit von FuE dagegen geringfügig zu.
- Die Konjunkturreagibilität von KMU ist höher als jene von Großunternehmen. Der Anpassungskoeffizient liegt für KMU bei im Mittel der gesamten Periode (1981-2001) um knapp 0,1 Punkte höher, der Abstand ist allerdings in den 90er Jahren deutlich niedriger als noch in den 80er Jahren.

Abb. 5-2: Kurzfristiger Anpassungsparameter von FuE: Ausmaß der Veränderung der gesamten FuE-Aufwendungen auf konjunkturelle Schocks, differenziert nach Unternehmensgröße und Dekaden (verarbeitendes Gewerbe Deutschland 1981-2001)<sup>a)</sup>



a) Die Werte geben die Reagibilität der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) bei Änderung der konjunkturellen Situation an. Je größer der Wert ist, desto stärker ist die konjunkturelle Anpassung.

Quelle: FuE-Erhebungen des Stifterverbands. - Berechnungen des ZEW.

- KMU reagieren in ihren FuE-Aufwendungen deutlich geringer auf *Umsatzveränderung* als größere Unternehmen. Eine 10-%ige Umsatzausweitung schlägt bei KMU in 1,4 % mehr FuE zu Buche, in Großunternehmen sind es 2,3 %. Die Umsatzelastizität der FuE-Aufwendungen ist bei KMU ein Phänomen der 90er Jahre, in den 80er Jahren ist kein Einfluss des Umsatzwachstums auf die Höhe der FuE-Aufwendungen festzustellen. Diese Entwicklung ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass die Umsatzveränderung auch ein Indikator für die Veränderung des Cashflows ist. Möglicherweise hat für KMU in den 90er Jahren die Finanzierungsquelle Cashflow an Bedeutung gegenüber einer Fremdfinanzierung gewonnen. In Großunternehmen beeinflusst die Umsatzveränderung in beiden Dekaden die FuE-Entscheidungen, der Einfluss ist in den 90er Jahren jedoch stärker geworden. Dahinter kann u.a. die zunehmende Verbreitung von Benchmarking-Ansätze zur Bestimmung der geeigneten Höhe der FuE-Aufwendungen stehen. Als ein zentrales Maß gilt in den meisten Branchen die Relation zwischen FuE-Aufwendungen und Umsatz. Versuchen nun Unternehmen im Rahmen eines "FuE-Rennens" diese Relation an den Werten der Wettbewerber auszurichten und kurzfristig konstant zu halten, ergibt sich bei einer Umsatzänderung ein gleichgerichteter Anpassungsbedarf bei den FuE-Aufwendungen.
- Die oben festgestellte *Lohnreagibilität* von FuE ist ein Ergebnis des Verhaltens der Großunternehmen, und hier wiederum in den 90er Jahren ausgeprägter. KMU reagieren dagegen in ihren FuE-Investitionen nicht auf Veränderungen des Reallohns. Dafür zeichnen

sich KMU für den aggregierten negativen Effekt des *Realzinses* verantwortlich: In den 80er Jahren führte eine Realzinserhöhung um einen Prozentpunkt zu einer Einschränkung der FuE-Aufwendungen von KMU um 0,8 %. In den 90er Jahren ist dieser Effekt nicht mehr zu beobachten. Großunternehmen reagieren in keiner der beiden Teilperioden auf Zinsveränderungen mit Veränderungen in ihren FuE-Aufwendungen.

- Dass die *Geschäftserwartungen* in Summe aller forschenden Unternehmen keinen Effekt auf deren FuE-Entscheidungen haben, liegt an gegenläufigen Effekten bei KMU und Großunternehmen. Für KMU haben nämlich die Geschäftserwartungen sehr wohl den erwarteten positiven Effekt auf die Höhe der FuE-Aufwendungen, während er bei Großunternehmen sogar negativ ist. Letzteres könnte damit erklärt werden, dass Großunternehmen auch bei ungünstigen Konjunkturaussichten ihre FuE-Aktivitäten nicht zurückfahren, während bei einem erwarteten Anziehen der Branchenkonjunktur Ressourcen in Richtung Produktionsumsetzung und Vermarktung umgelenkt werden. In KMU scheinen positive Geschäftsaussichten dagegen eher die Risikobereitschaft zu erhöhen und begünstigen dadurch Entscheidungen, die FuE-Anstrengungen zu intensivieren. Dieser positive Effekte der Erwartungen zeigt sich allerdings nur in den 80er Jahren. Der positive Effekt der Kapazitätsauslastung auf die Veränderung der FuE-Aufwendungen ist im Wesentlichen durch das entsprechende Verhalten von Großunternehmen bedingt.
- Interessanterweise zeigt sich bei einer differenzierten Betrachtung teilweise ein negativer Effekt des Ausmaßes des *Fachpersonalmangels* in einer Branche auf die Höhe der FuE-Aufwendungen, der in der Summe aller Unternehmen nicht auftritt. In den 80er Jahren schränkten nämlich KMU ihre FuE-Aufwendungen beim Vorliegen einer solchen Knappheit im Faktorangebot ein. In den 90er Jahren und durchweg für Großunternehmen sind entsprechende Effekte nicht zu erkennen. Der Fachkräftemangel der Jahre 1999 und 2000, der selbst ein Produkt des Aufschwungs ist, scheint sich auf die FuE-Aufwendungen der kontinuierlich forschenden Unternehmen im Jahr 2001 jedenfalls nicht statistisch signifikant bemerkbar gemacht zu haben.
- Der stark positive Zusammenhang zwischen der Exportorientierung einer Branche und den FuE-Aufwendungen ist Resultat des Verhaltens der Großunternehmen sowie der KMU in den 90er Jahren. Er ist in den 90er Jahren auch stärker als in den 80er Jahren. Der negative Effekt der weltweiten FuE-Intensität einer Branche auf die FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen rührt vom Verhalten der KMU her. Der deutsche KMU-Sektor hat insbesondere in den 80er Jahren seine FuE-Aufwendungen in jenen Branchen gestärkt, in denen die FuE-Intensität weltweit niedrig war. Dies kann vor dem Hintergrund der damaligen FuE-Breitenförderung durch den Bund (PKZ-IZF-Maßnahme)

gesehen werden, die zu einer Aufnahme und Ausweitung der FuE-Tätigkeit in KMU auf breiter Front und somit auch in wenig forschungsintensiven Branchen mit beigetragen hat.

Die **staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen** weist aus Sicht der einzelnen Unternehmen deutlich höhere jährliche Schwankungen auf als die FuE-Aufwendungen insgesamt. Die Finanzierungsbeiträge durch den Staat schwanken ebenfalls prozyklisch, wengleich die Übertragungsmechanismen deutlich andere sind als im Fall der von den Unternehmen selbst finanzierten Aufwendungen: Die Umsatzentwicklung des geförderten Unternehmens spielt für Änderungen im Umfang der staatlichen FuE-Förderung keine Rolle. Dagegen sinken die Fördervolumina in Zeiten steigender Realzinsen und bei hohem Fachpersonalmangel. Dieser Effekt ist auf die Großunternehmen zurückzuführen, die möglicherweise in Zeiten eines Fachkräftemangels die knappen Ressourcen auf eigenfinanzierte FuE-Projekte konzentrieren. Die Geschäftserwartungen haben einen leicht positiven Einfluss, der auf das Verhalten von KMU in den 90er Jahren zurückzuführen ist. Sie scheinen bei günstigen Konjunkturaussichten stärker öffentliche FuE-Förderung nachzufragen. In Unternehmen, die Branchen mit einer steigenden Exportorientierung angehören, nimmt die staatliche FuE-Finanzierung tendenziell stärker zu. Dieser Effekt stellte sich allerdings erst in den 90er Jahren ein und ist für die staatliche FuE-Förderung von Großunternehmen deutlich stärker ausgeprägt als für KMU. In den 90er Jahren ist zudem festzustellen, dass die staatliche FuE-Förderung an deutsche Unternehmen in jenen Branchen stärker steigt, in denen die internationale FuE-Dynamik hoch ist. Für die 80er Jahre ist dieser Effekt noch nicht zu beobachten.

Die **Finanzierung von FuE durch das Ausland** scheint ebensowenig wie die **Vergabe von FuE-Aufträgen an ausländische Empfänger** von der konjunkturellen Situation in Deutschland beeinflusst zu sein. Hinter diesen Zahlungsströmen stehen offenbar andere Faktoren, insbesondere grenzüberschreitende Unternehmensübernahmen und Fusionen.<sup>23</sup> Eventuelle konjunkturelle Einflüsse sind hier auch eher von der Konjunktursituation in den Empfänger- bzw. Geberländern als der Situation in Deutschland zu erwarten. Hinzu kommt, dass ein säkularer Trend zu einer zunehmenden internationalen Verflechtung von FuE-Aktivitäten und, damit einher gehend, einer Zunahme von internationalen FuE-Finanzierungsströmen zu beobachten ist, der etwaige konjunkturelle Schwankungen überlagert.<sup>24</sup>

Der **FuE-Personaleinsatz** wird von ähnlichen Faktoren beeinflusst wie die FuE-Aufwendungen insgesamt und die internen FuE-Aufwendungen. Allerdings sind die kon-

---

<sup>23</sup> Vgl. Gehrke et al. (2004) zu grenzüberschreitenden Zahlungen für FuE-Dienstleistungen im Rahmen der technologischen Leistungsbilanz.

<sup>24</sup> Vgl. Grenzmann (2004) und Belitz (2004).

junkturrellen Schwankungen geringer, d.h. die Persistenz des FuE-Personaleinsatzes ist größer. Der Einfluss der Reallohnentwicklung auf die Nachfrage nach FuE-Personal mit einer wissenschaftlichen Ausbildung ist geringer als auf die Nachfrage nach FuE-Personal insgesamt, d.h. der starke Effekt der Faktorpreise wirkt in erster Linie auf die Nachfrage nach nicht-wissenschaftlichem FuE-Personal. Bemerkenswert ist des Weiteren, dass die Veränderung des Einsatzes wissenschaftlichen FuE-Personals deutlich von der internationalen FuE-Dynamik positiv beeinflusst wird. Die internationalen FuE-Trends, die in den vergangenen zwei Jahrzehnten in Summe zu einer relativen Stärkung von FuE in der Spitzentechnologie führten, bewirkten somit eine Ausweitung der Nachfrage nach wissenschaftlichem FuE-Personal in Deutschland.

### 5.3 *FuE-Aktivitäten im Konjunkturverlauf: Ergebnisse von Fallstudien*

In Ergänzung zu den ökonometrischen Analysen wird in Form einer explorativen Analyse das FuE- und Innovationsverhalten der Unternehmen im Konjunkturzyklus mittels Fallstudien untersucht. Dabei geht es um die Wirkung von konjunkturellen Veränderungen auf FuE-Entscheidungen in Unternehmen aus Sicht der für FuE zuständigen Manager, d.h. um die Form, in der konjunkturelle Veränderungen auf den Entscheidungsprozess in Unternehmen, mehr oder weniger in FuE zu investieren, wirken. Vier Fragen stehen im Mittelpunkt:

- In welcher Form beeinflussen konjunkturelle Rahmenbedingungen die FuE-Planung in Unternehmen?
- Über welche Kanäle (Übertragungsmechanismen) wirkt die Konjunktur auf FuE-Entscheidungen?
- Welche Märkte (national, international) sind für die Beurteilung der Konjunktursituation relevant?
- Welche anderen - eventuell indirekt konjunkturabhängigen - Faktoren beeinflussen die Fluktuation in der Höhe der FuE-Budgets bzw. in der FuE-Beteiligung?

Die explorative Analyse basiert auf zehn Unternehmensinterviews, die im Zeitraum Ende 2002/Anfang 2003, also während einer konjunkturellen Stagnationsphase, durchgeführt wurden. Die zehn Unternehmen repräsentieren unterschiedliche Größenklassen (von unter 50 Beschäftigten bis zu weltweit tätigen Großkonzernen) und Branchen aus der forschungsintensiven Industrie (Pharma, Industriechemikalien, Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik/Nachrichtentechnik, Instrumente, Automobilbau). Alle zehn Unternehmen betreiben kontinuierlich FuE. In jedem Unternehmen wurde mit den jeweils für FuE-Planung verantwortlichen Personen ein ausführliches Interview geführt. Die Fragen konzentrierten sich auf die

Veränderung der FuE-Aufwendungen des Unternehmens im Zeitraum der vergangenen ca. 10 Jahre und den Faktoren, die zu diesen Veränderungen geführt haben. Die Ergebnisse der Fallstudien geben Hinweise auf Wirkungszusammenhänge zwischen Konjunktur und FuE-Verhalten aus Sicht der Unternehmen. und ergänzen und qualifizieren die Ergebnisse, die auf Basis der ökonometrischen Analysen erzielt wurden.

Die wichtigsten Ergebnisse der Fallstudien können folgend zusammengefasst werden:

- Die *Höhe der FuE-Aufwendungen* schwankt tendenziell prozyklisch. Allerdings sind die dahinter liegenden Mechanismen je nach Größe des Unternehmens und Branchenzugehörigkeit sehr unterschiedlich. In Großunternehmen prägen eher die Konjunkturerwartungen sowie strategische Überlegungen die Entwicklung der FuE-Budgets. Schwankungen sind in Unternehmen der Hochtechnologie ausgeprägter als in Unternehmen der Spitzentechnologie. In Kleinunternehmen ist die Höhe stärker von der aktuellen Umsatzentwicklung und dem Cashflow abhängig. Zum Teil spielt auch die Abhängigkeit von einzelnen Kunden bzw. Aufträgen eine große Rolle. Andererseits gibt es aber auch Kleinunternehmen, die ein relativ stabiles, konjunkturunabhängiges FuE-Budget haben, und zwar bei stark forschungsintensiven Unternehmen in der Spitzentechnologie.
- Die *Finanzierung von FuE* erfolgt in Kleinunternehmen zumeist aus dem Cashflow. In der Spitzentechnologie dominiert die Eigenfinanzierung ganz klar, da aufgrund des hohen Risikos der Projekte eine Kreditfinanzierung nur schwer möglich ist. In Hochtechnologiebranchen greifen Kleinunternehmen für Entwicklungsprojekte allerdings auch auf Fremdkapital zurück. In Großunternehmen ist eine klare Zuordnung der Finanzierungsquellen schwerer vorzunehmen, tendenziell wird aber auch hier FuE vorrangig aus eigenen Mitteln finanziert. Allerdings existieren gerade in internationalen Großkonzernen verschiedene Modelle der FuE-Finanzierung, die konzernweite (internationale) Fonds und Geschäftsfeld spezifische Finanzierungen kombinieren. Dabei wird strategisch ausgerichtete Forschung meist über konzernweiten Fonds im Rahmen mehrjähriger Projekte finanziert. Dieser eher konjunkturresistente Bestandteil macht jedoch nie mehr als rund 15 % aus, seine Bedeutung ging in den letzten zehn Jahren eher zurück.
- *Zusammensetzung von FuE*: Im Allgemeinen ist der größte Teil von FuE Entwicklungsarbeit und damit sehr Produktionsnah. Langfristig ausgerichtete, vom konkreten Auftragsbestand losgelöste Forschungstätigkeit macht bei großen wie kleinen Unternehmen selten mehr als 15 % aus. In Großunternehmen wird das Budget für "strategische" FuE meist im Rahmen einer längerfristigen Planung bestimmt und ist über die Konjunkturzyklen hinweg relativ konstant. In Kleinunternehmen ergibt sich der längerfristig stabile Teil von

FuE meist aus der Zahl der Mitarbeiter, die ausschließlich mit FuE-Aktivitäten befasst sind und auch in auftragsschwachen Zeiten weiter FuE betreiben.

- Die *FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen* ist dagegen tendenziell antizyklisch, wobei die Branchenzugehörigkeit eine wesentliche Rolle spielt: In Branchen der Hochwertigen Technologie, wo FuE in erster Linie die Neu- oder Weiterentwicklung von Produkten entlang bekannter technologischer Pfade bedeutet (Maschinenbau, Elektrotechnik), werden in Zeiten starker Nachfrage die Entwicklungsarbeiten zugunsten der Produktionsausweitung eher zurückgestellt. In der Spitzentechnologie können sich auch Kleinunternehmen einen vorübergehenden Ausstieg aus FuE nicht erlauben, zu rasch würden sie sonst den technologischen Anschluss verlieren.

Die *Übertragungsmechanismen* zwischen Konjunktur und FuE-Verhalten sind vielfältig, wobei auch hier deutliche Unterschiede zwischen kleinen und großen Unternehmen bzw. nach Branchen festzustellen sind:

- Zunächst ist ein beträchtlicher Teil der FuE-Aufwendungen *unmittelbar von der Höhe der Produktion abhängig*. Insbesondere in der Hochtechnologie entfällt der überwiegende Anteil an der gesamten FuE auf produktspezifische Entwicklungen, insbesondere auf kundenspezifische Anpassungen, Neu- oder Weiterentwicklungen im Rahmen bestehender Produktlinien. Um bestimmte Kundenanforderungen zu verwirklichen, ist mitunter auch umfangreiche Forschung notwendig, die auf Basis des aufgebauten Wissensstocks anlassbezogen erfolgt. Dies ist im Maschinen- und Anlagenbau (inklusive elektrotechnischer Anlagen) typisch, aber auch im Fahrzeugbau zu finden. Gehen die Aufträge zurück, verringert sich auch der Bedarf an diesen Entwicklungstätigkeiten und dementsprechend der Umfang an FuE. Dies ist keine neue Entwicklung der 90er Jahre, sondern seit eh und je charakteristisch für viele Hochtechnologiebranchen (allerdings nicht für die Chemie). Es ist zu vermuten, dass diese unmittelbare Abhängigkeit der FuE vom Produktionsvolumen auch in den nicht-forschungsintensiven Branchen vorherrscht und zu einem gewissen Teil auch in der Spitzentechnologie anzutreffen ist, etwa im Luft- und Raumfahrzeugbau und bei Spitzeninstrumenten. Industrielle FuE kann in vielen Fällen nicht einfach auf Vorrat produziert werden, sondern wird dann relevant, wenn konkrete technische Probleme zu lösen sind, die sich aus konkreten Aufträgen der Kunden ergeben.
- Anfang der 90er Jahre kam es in vielen Branchen zu einer *Neuausrichtung von Konzernstrategien*. Vereinfacht gesprochen wurde die bis dahin verfolgte Diversifizierungsstrategie durch eine Kernkompetenzstrategie abgelöst. Als Konsequenz trennten sich viele Konzerne von "Randaktivitäten". Dadurch wurden auch die entsprechenden FuE-Tätigkeiten eingestellt, und zwar durch Verkauf bzw. Stilllegung der betroffenen Sparten,

aber auch durch eine Fokussierung der zentralen FuE auf die Kernbereiche. Der Wandel in den Managementstrategien kann als eine Reaktion auf die Rezession Anfang der 90er Jahre gesehen werden. Denn vordergründig resultierte der Abschwung in einem "Kostenproblem" der Unternehmen, das durch die strategische Neuausrichtung zu lösen versucht wurde.

- In Kleinunternehmen wirkt die konjunkturelle Situation auf die FuE-Tätigkeit oft auch *vermittelt über einzelne Großkunden*, die häufig Großunternehmen sind. Sie stellen in nachfrageschwächeren Zeiten Aufträge - die zum Teil auch direkte FuE-Aufträge sind - zurück und reduzieren damit auch Forschungsaktivitäten bzw. die Notwendigkeit zu Neu- und Weiterentwicklungen von Produkten in Kleinunternehmen. So erhalten z.B. spezialisierte Nischenproduzenten in der Spitzen- und Hochwertigen Technologie häufig Anstöße zu Innovationen von Großunternehmen aus der Industrie oder dem Dienstleistungssektor.
- In Großunternehmen trägt auch die *Auflösung von zentralen Forschungsabteilungen* und die Aufteilung der FuE-Kapazitäten auf die Geschäftsbereiche zu einer stärkeren Konjunkturabhängigkeit von FuE bei. Denn dadurch werden diese FuE-Ressourcen oftmals stärker in die Produktentwicklung eingebunden und sind somit eher von Nachfrageschwankungen in den Geschäftsbereichen abhängig.
- Großunternehmen haben im vergangenen Jahrzehnt ihre *Benchmarking-Aktivitäten* auch im FuE-Bereich verstärkt. Konkret bedeutet dies, den Umfang der eigenen FuE-Tätigkeit an den Mitbewerbern zu messen. Messlatte ist üblicherweise die FuE-Intensität (FuE-Aufwendungen je Umsatz). Entwicklungen der als Branchenführer angesehenen Unternehmen werden von den anderen Unternehmen rasch nachvollzogen. Damit kommt es zu einer internationalen Synchronisierung der FuE-Entwicklung in einzelnen Branchen und mitunter zu weltweiten FuE-Branchenzyklen, wenn die "führenden" Unternehmen ihre FuE ausweiten oder zurückfahren. In der Pharmaindustrie scheint diese Form der Übertragung besonders ausgeprägt.
- Im *internationalen Wettbewerb* zwischen FuE-Standorten von Konzernen hat Deutschland in den letzten zehn Jahren nicht immer die besten Karten gehabt. In einigen FuE-intensiven Branchen, in denen die FuE-Aufwendungen weltweit stark zugenommen hatten (z.B. Biotechnologie, Nachrichtentechnik), ist Deutschland als Markt für die Ersteinführung und Pilotproduktentwicklung wenig attraktiv. Hinzu kommen relativ hohe FuE-Kosten, die allerdings durch die attraktive öffentliche FuE-Infrastruktur ausgeglichen werden.

Jüngst, d.h. in Deutschland ab 1998/99, wurde von Großunternehmen wieder gezielt mehr in FuE investiert. Dies geschah auch vor dem Hintergrund, dass eine zunächst anvisierte Steige-

rung der Effizienz von FuE heute skeptischer gesehen wird. Eine solche Effizienzsteigerung würde eine Kürzung der FuE-Budgets erlauben, ohne dass die wirtschaftlichen Ergebnisse der FuE - neue oder verbesserte Produkte und verbesserte Produktionsverfahren - beeinträchtigt würden. Für eine dauerhafte Effizienzsteigerung von FuE finden jedoch viele Unternehmen nur wenig Belege. Selbst auf Projektebene innerhalb von Unternehmen ist nur sehr schwer eine klare Beziehung zwischen FuE-Aktivitäten und ökonomischen Erfolg herzustellen. Zu viele verschiedene Faktoren beeinflussen den Innovationserfolg, und zu viele unterschiedliche Ergebnisse aus der aktuellen wie aus zum Teil schon lang zurück liegender FuE-Tätigkeit sind meistens notwendig, um neue Produkte bis in die Markteinführung zu bringen bzw. neue Prozesse erfolgreich zu implementieren.

Eine Ausrichtung auf kurzfristig umsetzbare FuE-Ergebnisse bringt häufig nur einen einmaligen Effizienzgewinn, da in der ersten Runde der kurzfristig orientierten FuE noch auf die vielfältigen Ergebnisse und den breiten Wissensstock, die in den Vorperioden erarbeitet wurden, zurückgegriffen werden kann. Eine auf Dauer auf Kurzfristresultate abzielende FuE erweist sich dagegen oft als wenig tragfähig. Um die Technologieentwicklung auf einem konstantem Niveau zu halten, sind in aller Regel auch gleichmäßig hohe FuE-Aufwendungen notwendig. Eine Konzentration von FuE auf die "aussichtsreichsten" Projekte ist nicht planbar, denn zu ungewiss ist die Markt- und Technologieentwicklung.

## **6 Konjunkturentwicklung und Innovationsverhalten in der westdeutschen Industrie**

Aktuelle Ergebnisse aus den Innovationsbefragungen des ifo Instituts deuten darauf hin, dass die Unternehmen der deutschen Industrie parallel zur konjunkturellen Schwächephase ihre Innovationsaktivitäten zurückfahren und somit ein prozyklischen Innovationsverhalten an den Tag legen (Penzkofer 2003). Damit würden sich die Unternehmen der Gefahr aussetzen, einen einsetzenden Wirtschaftsaufschwung aufgrund eines älteren - und damit eventuell weniger wettbewerbsfähigen - Produktsortiments zu verpassen. Mögliche geringere wirtschaftliche Erträge könnten infolge davon den Spielraum für künftige Innovationsaktivitäten einschränken. Damit wäre die Konkurrenzfähigkeit auf den internationalen Märkten bedroht.

Im Zentrum dieses Abschnitts steht die Untersuchung des Innovationsverhaltens von Unternehmen. Im Rahmen *mikroökonomischer Analysen* werden mittels ausgewählter Konjunkturindikatoren Fragen nach dem Einfluss der konjunkturellen Entwicklung auf die Innovationsbeteiligung (Durchführung von Innovationen bzw. Produkt- und Prozessinnovationen) und den Innovationserfolg (Umsatzanteil neuer Produkte in der Markteinführungs- und Wachstumsphase) diskutiert.

Die im Abschnitt 3. dargestellten Ergebnisse hinsichtlich des Verlaufsmusters der Innovationsaufwendungen, der Beteiligung an Innovationsaktivitäten und des Innovationserfolgs werfen eine Reihe von Fragen auf: Gibt es bestimmte Konjunkturindikatoren, die das Innovationsverhalten der Unternehmen prägen (z.B. aktuelle Konjunkturlage, Änderungen im Auftragsbestand, in der Kapazitätsauslastung, in der Beurteilung der aktuellen Geschäftslage, in den Erwartungen bezüglich der inländischen Produktionstätigkeit oder des Exportgeschäfts)? Mit welcher Stärke wirken diese Indikatoren auf das Innovationsverhalten? Hat sich der Einfluss entsprechender Konjunkturindikatoren im Zeitablauf geändert? Ist das Innovationsverhalten von kleinen und großen Unternehmen in spezifischer Weise durch die Konjunktur beeinflusst? Dem Forschungsdesign der Studie folgend stehen insbesondere die beiden letzten Fragestellungen im Vordergrund, also Unterschiede hinsichtlich des Einflusses der Konjunktur auf das Innovationsverhalten zwischen kleinen und größeren Unternehmen sowie zwischen den 80er und 90er Jahren.

Zunächst wird die Datenbasis der Untersuchung vorgestellt. Daran anschließend werden wesentliche Ergebnisse zu den Rahmenbedingungen betrieblicher Innovationsprozesse auf dem Aggregationsniveau der westdeutschen Industrie skizziert. Dies ermöglicht es, Erkenntnisse zu Änderungen im Innovationsverhalten der Unternehmen bei unterschiedlichen konjunkturu-

rellen Rahmenbedingungen zu gewinnen. Schließlich werden die Schätzergebnisse zum Zusammenhang zwischen Konjunktur einerseits und Innovationsbeteiligung und -erfolg andererseits diskutiert.

### 6.1 Datenbasis

Seit 1979 führt das ifo Institut auf der Basis seines Unternehmenspanels jährlich im Rahmen des Berichtskreises des ifo Konjunkturtests *Befragungen zu Innovationsaktivitäten* in der Industrie durch. Dadurch verfügt das ifo Institut über Daten zur Innovationstätigkeit, die einen Zeitraum von über 20 Jahren und damit alle Phasen von zumindest zwei Konjunkturzyklen abdecken. Die jährlich durchgeführte ifo Innovationserhebung setzt sich aus zwei, in sich geschlossenen Fragekomplexen zusammen:

- Jeweils im Dezember werden Innovationsfragen für das laufende Jahr im ifo Konjunkturtest gestellt (*Sonderfrage Innovation*).
- Innovationsfragen, die sich vorwiegend an Unternehmen richten, die im Erhebungsjahr Innovationsaktivitäten verzeichneten, bilden das Kernstück des *ifo Innovationstests*, der ebenfalls im Berichtskreis des ifo Konjunkturtests durchgeführt wird. Es werden aber auch Unternehmen befragt, die im Berichtsjahr keine Innovationsaktivitäten zu verzeichnen hatten, um die Gründe hierfür (Hemmnisse oder kein Innovationsbedarf) zu ermitteln.

Unternehmen werden dann als innovativ charakterisiert, wenn sie im jeweiligen Berichtsjahr entweder Produkt- und/oder Prozessinnovationen realisiert haben. Produktinnovationen richten sich auf neue Märkte oder unterscheiden sich in technologischer Hinsicht deutlich von den bisher hergestellten Produkten. Prozessinnovationen umfassen demgegenüber Neuerungen oder wesentliche Verbesserungen der Produktionstechnik sowie die Einführung informationstechnischer Geräte im Bereich Büro und Verwaltung.<sup>25</sup> Die Beurteilung, ob diese Kriterien erfüllt sind, bleibt den Experten im jeweiligen Unternehmen überlassen. Die Innovation gilt dann als eingeführt, wenn die Produkte am Markt erhältlich sind oder die Produktions- bzw. Bürotechnik tatsächlich im Betrieb angewendet wird.

---

<sup>25</sup> Dieser weit gefasste Innovationsbegriff wurde ganz bewusst gewählt, da Wirtschaftswachstum und Wettbewerbsfähigkeit einer Wirtschaft oder eines Unternehmens längerfristig zwar auch von so genannten Hightech-Innovationen geprägt werden, aber ausgesprochene technologische Durchbrüche eher die Ausnahme als die Regel darstellen. Die Untersuchungsergebnisse der Innovationsforschung belegen, dass sich der technische Fortschritt überwiegend aus einer Vielzahl kleiner, marginal erscheinender Schritte zusammensetzt, ohne deren Erfassung - auch im so genannten Lowtech-Bereich - der gesamtwirtschaftliche technische Fortschritt nicht erklärt werden kann (Schmalholz et al. 1985, Schmalholz und Penzkofer 1993, Penzkofer und Schmalholz 1999). Auf der angeführten definitorischen Grundlage werden auch die Innovationserhebungen in den OECD-Ländern durchgeführt (OECD 1992 und 1996).

Auf Basis der Innovationserhebungen ist es möglich, die realisierten Innovationen nach den unterschiedlichsten Merkmalen zu kategorisieren. So wird zum Beispiel die *Komplexität der Innovationsaktivitäten* dadurch erfasst, dass neben Innovationen allgemein auch zwischen Produkt- und Prozessinnovationen unterschieden wird. Der ifo Innovationstest enthält zusätzlich u.a. Informationen über die *Knowhow-Dimension* der Innovationen, *Innovationsaufwendungen*, *Innovationsziele*, *Innovationsimpulse* und *Innovationshemmnisse*. Die Fragestellungen dienen in erster Linie dazu, das Innovationsverhalten der Unternehmen zu erfassen. Damit wird zunächst nur das Innovationsangebot abgebildet, d.h. in dieser Phase des Innovationsprozesses ist noch nicht absehbar, ob die auf dem Markt erstmals eingeführten Produkte auch tatsächlich einen Markterfolg verzeichnen werden. Die in der Sonderfrage Innovation gestellte Frage nach der Umsatzstruktur des Unternehmens soll zudem Ergebnisse liefern, ob und welche Erfolge sich eingestellt haben. Als Indikator dafür dient vor allem die *Umsatzstruktur des Unternehmens*. Dabei wird der in dem betreffenden Jahr mit den Erzeugnissen erzielte Umsatz von den Testteilnehmern daraufhin abgeschätzt, in welcher Phase sich die Produkte im Lebenszyklus befinden. Als Maß für den "Innovationserfolg" sind dabei der Umsatzanteil in der *Markteinführungsphase* (er gibt Aufschluss über die Bedeutung der Produktinnovationen, die aber noch keinen durchschlagenden Markterfolg verzeichnen) und der Umsatzanteil in der *Wachstumsphase* (er liefert einen Anhaltspunkt für das Wachstumspotenzial des Unternehmens mit neuen Produkte, die bereits vom Markt akzeptiert wurden).

Seit 1949 erhebt das ifo Institut mittels des Konjunkturtests Informationen über die *konjunkturelle Entwicklung* in der deutschen Industrie.<sup>26</sup> Das Frageprogramm enthält einen *Standard-* und einen *Sonderfragenteil*, wobei die Standardfragen monatlich wiederkehren, die Sonderfragen dagegen in größeren zeitlichen Abständen, in der Regel einmal in jedem Quartal (Lindlbauer 1989). Die Standardfragen umfassen qualitative Angaben, d.h. die Testteilnehmer geben eine Tendenzmeldung bzw. ein Urteil ab. Die Sonderfragen enthalten neben qualitativen Angaben auch quantitative Elemente (z.B. Zahl der Beschäftigten oder Kapazitätsauslastung in Prozent der betriebsüblichen Vollauslastung).

Für die Analyse des Zusammenhangs zwischen Innovationstätigkeit und Konjunkturverlauf wurden aus dem Standardfragenprogramm des ifo Konjunkturtests zunächst folgende Größen ausgewählt:

---

<sup>26</sup> Quantitativ erfasste Indikatoren (z.B. Produktion) geben zwar letztlich den Entscheidungsprozess wirtschaftlichen Handelns wider. Deren Aktionen hängen aber wesentlich von subjektiven Beurteilungen der Akteure ab. Unternehmen beurteilen in der Regel ökonomische Datenkonstellationen nicht zwangsläufig gleich, da sie abweichende Erwartungen über die Zukunft haben. Die hierauf beruhenden Aktionen können somit zu unterschiedlichen Konjunkturverläufen führen. Zur Analyse einer gegebenen konjunkturellen Situation müssen daher die *Urteile* und *Erwartungen* der Unternehmen berücksichtigt werden.

- Beurteilung der *aktuellen Geschäftslage* (gut, befriedigend, schlecht)<sup>27</sup>, Veränderung der Nachfragesituation gegenüber dem Vormonat (gebessert, nicht verändert, verschlechtert),
- *Veränderung des Auftragsbestands* gegenüber dem Vormonat (höher, etwa gleich groß, niedriger),
- *Veränderung der inländischen Produktionstätigkeit* in den nächsten drei Monaten unter Ausschaltung rein saisonaler Schwankungen (steigen, etwa gleich bleiben, abnehmen),
- *Veränderung des Exportgeschäfts* in den nächsten drei Monaten (zunehmen, etwa gleich bleiben, abnehmen, wir exportieren nicht),
- *Veränderung der Geschäftslage* in den nächsten sechs Monaten unter Ausschaltung rein saisonaler Schwankungen ("Geschäftserwartung": eher günstiger, etwa gleich bleiben, eher ungünstiger).

Während die ersten drei Variablen auf Beurteilungen bzw. Entwicklungen abstellen, geben die restlichen Variablen Erwartungen der Testteilnehmer wieder. Aus dem Bereich der *Sonderfragen* finden folgende Angaben der Testteilnehmer Anwendung:

- Grad der Kapazitätsauslastung<sup>28</sup> in Prozent der betriebsüblichen Vollauslastung,
- Behinderung der Produktionstätigkeit infolge eines Mangels an Fachkräften.

Da konjunkturelle Schwankungen - auch wenn abweichende Firmenkonjunktoren bestehen - durch die Gesamtheit der Unternehmen in einem Produktbereich bzw. einer Branche ausgelöst werden, wurden die ausgewählten Indikatoren aus dem ifo Konjunkturtest für 61 *Pro-*

---

<sup>27</sup> Untersuchungen haben gezeigt, dass die *Urteile zur Geschäftslage* einen sehr engen Bezug zu quantitativ erhobenen Daten wie z.B. der Nettoproduktion aufweisen (Lindlbauer 1989). Dies erlaubt es, die Beurteilung der Geschäftslage, als Ausdruck der allgemeinen wirtschaftlichen Situation der einzelnen Betriebe, als eigenständigen Konjunkturindikator zu betrachten, der die Diffusion expansiver bzw. kontraktiver konjunktureller Kräfte in der Industrie quantitativ wiedergibt.

<sup>28</sup> Die *Kapazitätsauslastung* wird sehr häufig als die Referenzgröße für konjunkturelle Entwicklungen verwendet: "Hinter der klassischen Konjunkturdefinition stand unausgesprochen stets der Grad der gesamtwirtschaftlichen Kapazitätsauslastung" (Tichy 1976) oder "Konjunkturschwankungen sind Schwankungen des ... Auslastungsgrades" (SVR 1968). Der "Grad der Kapazitätsauslastung" wird im metrischen Maßstab erhoben, jedoch nicht als exakter Wert, sondern mittels einer in Klassen unterteilten Skala. Untersuchungen zwischen der Kapazitätsauslastung (Saldo, saisonbereinigt) und dem Bruttoinlandsprodukt bzw. der Nettoproduktion lieferten im Zeitraum 1970 bis 1994 (Quartalsbasis) einen relativ engen Zusammenhang (Lindlbauer 1995).

duktgruppen<sup>29</sup> aggregiert. Hierbei gingen die aggregierten gewichteten Einzelmeldungen aller Testteilnehmer je Produktgruppe über den gesamten Untersuchungszeitraum ein.<sup>30</sup>

Des Weiteren wurden den Mikrodaten des ifo Instituts *Kontrollvariablen* zugespielt, die die Branchenzugehörigkeit und auf der Wirtschaftszweigebene die Faktorkosten, Finanzierungsmöglichkeiten, Nachfrageentwicklung und technologische Möglichkeiten abbilden. Hierzu zählt das relative Preisniveau, die realen tariflichen Monatsgehälter, der Realzinsatz für Fremdkapital, die Nachfragespezialisierung, die FuE-Intensität und die FuE-Dynamik (zur Definition siehe Abschnitt 5.1).

Die Untersuchung beschränkt sich auf die *Industrieunternehmen in den alten Bundesländern*, da nur für diese Unternehmen Angaben zum Innovationsverhalten und zur konjunkturellen Lage über einen Zeitraum von über 20 Jahren vorliegen. Angesichts des Ausmaßes und der besonderen Probleme des Strukturwandels der Wirtschaft in den neuen Bundesländern in den ersten Jahren des Transformationsprozesses, der daraus resultierenden unterschiedlichen Marktstrukturen und Absatzmarktorientierungen und der Einführung zahlreicher Förderprogramme zur Verbesserung der technologischen Leistungsfähigkeit erscheint es nicht zielführend, die ostdeutschen Unternehmen in die Analyse der Einflussfaktoren von Innovationsbeteiligung und -erfolg aufzunehmen.

Da die Innovationsbefragung des ifo Instituts im Berichtskreis des Konjunkturtests angesiedelt ist, bestand die Möglichkeit, auf der Unternehmensebene oben genannte Konjunkturindikatoren mit den Angaben zur Innovationsbeteiligung (Produkt-, Prozessinnovation) und zum Innovationserfolg (Umsatzanteil nach Produktzyklusphasen) zu verknüpfen und somit auf der Mikroebene über einen Zeitraum von über 20 Jahren Analysen zum Zusammenhang von Innovationsaktivitäten und konjunktureller Entwicklung durchzuführen. Dabei fand ein Unternehmen nur dann Berücksichtigung in der Untersuchung, wenn

- in drei aufeinanderfolgenden Jahren Meldungen zur Innovationsbeteiligung vorlagen,
- in den betreffenden Jahren auch die Frage nach der Umsatzstruktur (u.a. Umsatzanteil in der Markteinführungs- und Wachstumsphase als Erfolgsfaktor) beantwortet wurde sowie
- Angaben zu den angeführten Konjunkturindikatoren aus dem ifo Konjunkturtest vorlagen.

---

<sup>29</sup> Die Bildung der Produktmarktgruppen erfolgte in Zusammenarbeit mit dem ZEW und dem Stifterverband. Dieser Abstimmungsprozess gewährleistete, dass die ifo Konjunkturindikatoren auf Produktebene in den Analysen des ZEW (in Kombination mit den FuE-Aufwendungen des Stifterverbands) eingesetzt werden konnten.

<sup>30</sup> Für alle Konjunkturindikatoren der Produktgruppen wurden saisonbereinigte Ergebnisse berechnet.

Die oben genannten Vorgaben führten dazu, dass über den gesamten Untersuchungszeitraum letztlich die Angaben von 3.844 Testteilnehmern den Schätzungen zugrunde gelegt werden konnten. Die Branchen- und Größenklassenzusammensetzung der Unternehmen im Datenpool ist in Tab. 10-4 im Anhang zu ersehen. Die auf Basis der Unternehmen im Datenpool errechnete Innovationsbeteiligung (jährliche Meldungen) weicht von den jährlichen Befunden nicht ab: Mit steigender Beschäftigtenzahl nimmt der Anteil der Innovatoren zu. In der Gruppe der Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigten liegt er bei 47 %, bei Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten bei 84 %.

## 6.2 Innovationsverhalten im Konjunkturzyklus

Die Innovationstätigkeit von Unternehmen wird neben Strukturfaktoren (u.a. Unternehmensgröße, Branchen- bzw. Produktgruppenzugehörigkeit) noch durch unterschiedliche Abläufe betrieblicher Innovationsprozesse geprägt. Zahlreiche Innovationsstudien haben belegt, dass Innovationsprozesse in Gang kommen, wenn sich eine technologische Problemlösung oder eine Marktchance ergibt. Resultiert aus einem solchen *Innovationsimpuls* aus der Sicht des Unternehmens ein Innovationsbedarf, wird dieser in Form von neuen oder verbesserten Produkten oder Verfahren umzusetzen versucht, um so bestimmte betriebliche *Innovationsziele* zu erreichen. Darüber hinaus setzt die Realisierung von Innovationen seitens des innovierenden Unternehmens das Vorhandensein bestimmter interner Gegebenheiten voraus, die seine Innovationsfähigkeit determinieren. So können die verfolgten Innovationsziele mit anderen unternehmerischen Zielsetzungen konfliktieren und auf *Hemmnisse* stoßen.

Im Hinblick auf den Einfluss der Konjunktur auf das Innovationsverhalten der Unternehmen interessiert, in welcher Weise die Ausrichtung der Innovationsaktivitäten in Hinblick auf Innovationsimpulse und -ziele sowie die Bedeutung unterschiedlicher Innovationshemmnisse im Konjunkturverlauf variiert.<sup>31</sup> Im Folgenden wird diese Frage anhand der Innovationstätigkeit westdeutscher Industrieunternehmen in den vergangenen 20 Jahren untersucht. Aus dem ifo Innovationstest liegen hierfür für den Zeitraum 1980 bis 2002 Informationen zu den einzelnen Aspekten des Innovationsverhaltens vor. Um unterschiedliche konjunkturelle Rahmenbedingungen zu erfassen, werden Impulse, Ziele und Hemmnisse von Innovationsaktivitäten für folgende fünf Phasen betrachtet, wobei sich die Abgrenzung teilweise an der Verfügbarkeit der Daten orientieren muss: Eine Stagnations-

---

<sup>31</sup> Der monetäre Aspekt der Innovationstätigkeit wird durch die Variable Innovationsaufwand abgebildet. Die Komponenten der Innovationsaufwendungen (investive, laufende) und deren anteilmäßige Entwicklung im Beobachtungszeitraum wurden bereits im Abschnitt 3 betrachtet.

bzw. Schrumpfungsphase Anfang der 80er Jahre (1981 bis 1983), eine Phase starken Wachstums (1988 bis 1991), eine weitere Schwächephase der Wirtschaft zu Beginn der 90er Jahre (1993 bis 1997), gefolgt von einer Phase höherer Wachstumsraten (1999/2000) und schließlich der Zeitraum 2001/2002, gekennzeichnet durch ein sehr geringes Wirtschaftswachstum.

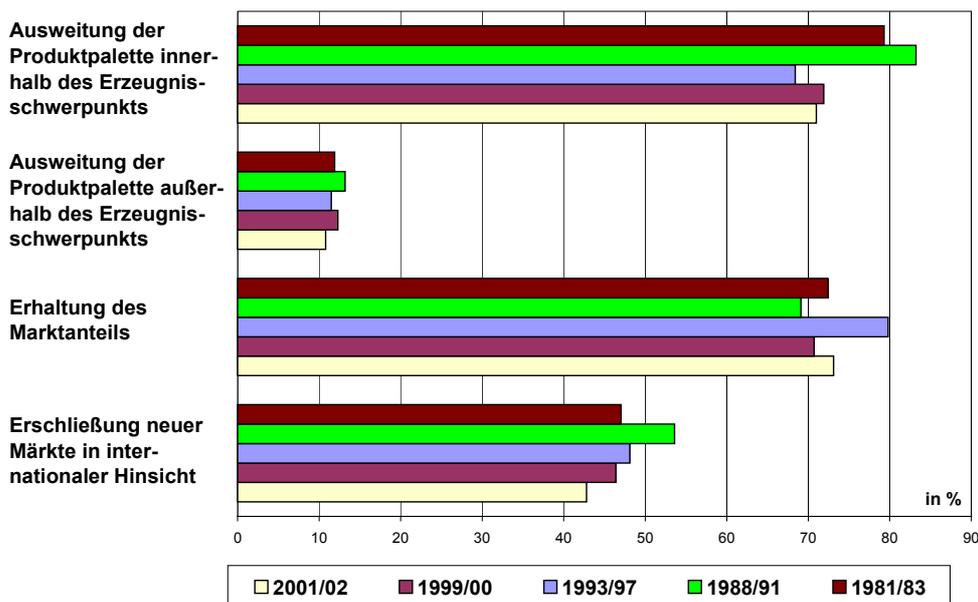
Die **Produktprogramme** der Unternehmen enthalten Produkte, die qualitative Unterschiede hinsichtlich ihrer technischen und damit auch ökonomischen Bedeutung aufweisen. Der technische Neuheitsgrad determiniert den Verbraucher- oder Anwendernutzen im Hinblick auf die Bedürfnisbefriedigung oder den funktionalen Erfüllungszweck und ist damit für die Marktrelevanz der weiterentwickelten oder neuen Produkte bestimmend. Je nachdem, ob es sich bei diesen Produkten um Substitute, komplementäre oder gänzlich neue Produkte handelt, werden auch die damit erreichbaren Marktveränderungen ausfallen.

Im *gesamten Beobachtungszeitraum* zielte der Schwerpunkt der Produktinnovationstätigkeit auf den Ersatz von bestehenden Produktangeboten bzw. deren Ergänzung um neue Elemente in den angestammten Produktbereichen ab. Grundlegende Marktveränderungen lassen sich mit dieser Produktpolitik aber kaum erzielen. Dies zeigt auch der hohe Anteil derjenigen Unternehmen an, deren Marktstrategie auf "halten" gerichtet war. Im Schnitt hat sich jährlich nur etwa jeder achte Produktinnovator auf Märkte außerhalb seines traditionellen Erzeugnisschwerpunkts gewagt - eine Strategie, die jedoch am ehesten dazu beitragen dürfte, stagnierende und schrumpfende Märkte zu verlassen und sich Expansionschancen zu eröffnen. Aber auch ohne Diversifikation lassen sich noch neue Marktsegmente - z.B. in regionaler Hinsicht - erschließen. Knapp die Hälfte der Produktinnovatoren verfolgte mit den Innovationsaktivitäten in den vergangenen 20 Jahren die letztgenannte Zielsetzung.

Die Differenzierung der Produkt/Markt-Ziele nach **unterschiedlichen Konjunkturphasen** dokumentiert, dass die Unternehmen entsprechend den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ihr Verhalten variierten (vgl. Abb. 6-1). Besonders deutlich ist dies hinsichtlich der Zielsetzungen "Ausweitung der Produktpalette" und "Erhaltung des Marktanteils" zu erkennen. In Zeiten konjunktureller Stärke wird der Ausweitung der Produktpalette, sei es innerhalb oder außerhalb des Erzeugnisschwerpunkts, mehr Bedeutung beigemessen. So verfolgten in den Zeiträumen 1988/91 und 1999/2000 mehr Produktinnovatoren eine Ausweitung der Produktpalette als in den jeweils vor- und nachgelagerten Schwächephasen (1981/83, 1993/97 und 2001/02). Auch wenn generell die Diversifikationsstrategie nur wenige Produktinnovatoren als Zielsetzung meldeten, so zeigt gerade die prozentuale Veränderung dieser Variable, dass die Unternehmen unter wirtschaftlich günstigen Rahmen-

bedingungen eher offensive Ziele verfolgen. Gegenüber dem Zeitraum 1981/83 planten in der Hochkonjunkturphase 1988/1991 um 11 % mehr Produktinnovatoren eine für die Unternehmung völlig neue Produktklasse auf dem Markt zu platzieren. In der Schwächephase Anfang der 90er Jahre sank der Anteil um rund 13 %, erhöhte sich aber wieder 1999/2000 um 7 %.

**Abb. 6-1: Innovationsziele von Produktinnovatoren in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002**



Durchschnittliche Prozentanteile für die jeweilige Periode.

Quelle: ifo Innovationstest. - Berechnungen des ifo Instituts.

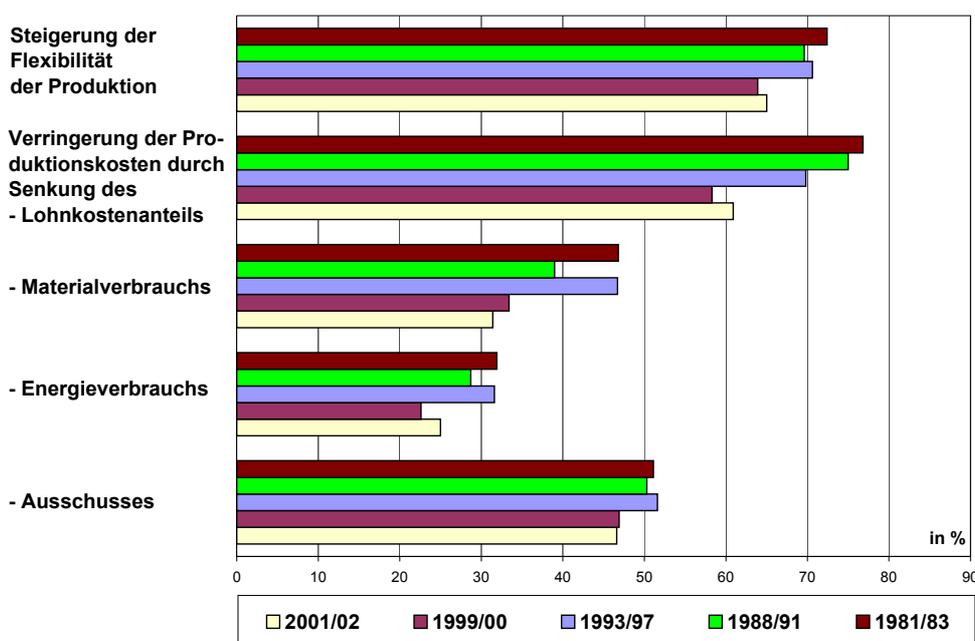
Prinzipiell folgt auch die Zielsetzung "Erschließung neuer Märkte in internationaler Hinsicht" dem Konjunkturverlauf. In der Boomphase 1988/91 stand dieses Ziel in höherem Maße im Zentrum der Unternehmenspolitik als in den Jahren 1981/83 und 1993/97. Zwar wurde 1999/2000 diese Marktstrategie von den Unternehmen im Vergleich zur Schwächeperiode 1993/97 nicht wieder stärker forciert, mit der schlechteren konjunkturellen Situation in den Folgejahren 2001/02 ging der Anteil dieses Innovationsziels aber wieder zurück.

Während somit in konjunkturell starken Jahren - vermutlich aufgrund verbesserter Ertragslage und damit günstigeren finanziellen Möglichkeiten - offensive Ziele stärker in den Blickpunkt der Unternehmen rücken, ergibt sich umgekehrt für Schwächeperioden ein gegenteiliges Bild: Es wird verhältnismäßig häufiger eine defensive Strategie an den Tag gelegt. Die Zielsetzung "Erhaltung des Marktanteils" spiegelt dieses Verhalten deutlich

wider. In Phasen wirtschaftlicher Schwäche gewann dieses Ziel vermehrt an Bedeutung (1981/83, 1993/97 und 2001/02).

Die Innovationsaktivitäten im **Prozessbereich** sind wie die Produktinnovationen auf dasselbe Oberziel, nämlich die Erreichung eines bestimmten Unternehmensgewinns, ausgerichtet. In den *vergangenen zwei Jahrzehnten* wurde dieses Ziel primär durch die Effizienzsteigerung der Produktion und damit über die Kostenreduktion zu erreichen versucht. Die starke Kostenfokussierung ist nicht zuletzt Ausdruck der langjährigen, intensiv geführten Diskussion um Nachteile bei der Entwicklung der Lohnstückkosten am Standort Deutschland. Zentrale Bedeutung im Zielbündel der Prozessinnovatoren nahmen daher die Senkung des Lohnkostenanteils an den Produktionskosten und die Steigerung der Flexibilität der Produktion ein.

**Abb. 6-2:** *Innovationsziele von Prozessinnovatoren in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002*



Durchschnittliche Prozentanteile für die jeweilige Periode.

Quelle: ifo Innovationstest. - Berechnungen des ifo Instituts.

Das in *Konjunkturphasen* zerlegte Verhaltensmuster hinsichtlich der Zielsetzungen im Prozessinnovationsbereich lässt - ähnlich dem im Bereich der Produktinnovationen - Regelmäßigkeiten erkennen (vgl. Abb. 6-2). Fast durchgängig werden Innovationsmaßnahmen zur Kostenreduzierung, sei es bei Löhnen, Material, Ausschuss oder Energieverbrauch, in Stagnations- bzw. Schrumpfungsphasen von den Unternehmen vermehrt angestoßen. Parallel hierzu wird auch versucht, die Flexibilität der Produktion zu erhöhen: Wenn auch prozentual gesehen nur in geringem Umfang, so wird in wirtschaftlichen

Schwächephasen (1981/83, 1993/97, 2001/02) diesem Ziel mehr Beachtung geschenkt als in den jeweils vor- und nachgelagerten wachstumsstärkeren Perioden 1988/91 und 1999/2000. Die Unternehmen beabsichtigen offenbar, durch eine höhere Fertigungsflexibilität auf unerwartete Änderungen in der Nachfragestruktur schneller reagieren zu können. Dies senkt die Wahrscheinlichkeit, im Fall einer anziehenden Konjunktur Absatzeinbußen deshalb hinnehmen zu müssen, weil die Produktion nicht rechtzeitig umgestellt werden konnte. In konjunkturell günstigen Phasen verschieben sich die Prozessinnovationsziele dagegen eher in Richtung neuer Fertigungstechnologien im Zusammenhang mit der Einführung neuer Produkte.

Die **Anstöße zur Durchführung von Innovationsaktivitäten** können aus den Unternehmen selbst stammen oder von außen an sie herangetragen werden, d.h. zum einen werden technische Innovationen durch Aktivitäten der betrieblichen FuE-Abteilung induziert (Technologieorientierung) und zum anderen werden Entwicklungen durch die Verarbeitung von Marktinformationen initiiert (Marktorientierung). Über den *gesamten Beobachtungszeitraum* hat sich an der Bedeutung der einzelnen Impulsgeber wenig geändert.<sup>32</sup> Bei rund 60 % der Innovatoren waren die betriebliche Marketing- oder Vertriebsabteilung, der die Sammlung und Umsetzung von Marktinformationen obliegt, und die Kunden die bedeutendsten Impulsgeber.

Im Gegensatz zu den Innovationszielsetzungen weisen nicht alle für die Durchführung von Innovationstätigkeiten ausschlaggebenden Impulsfaktoren einen systematischen Zusammenhang zum **Konjunkturverlauf** auf (vgl. Abb. 6-3). So fallen die von den Innovatoren realisierten technologieinduzierten Neuerungen über alle Konjunkturlagen hinweg relativ konstant an. Die Ursache hierfür ist vor allem darin zu sehen, dass technologieinduzierte Neuerungen mit einem starken Bias bezüglich der Unternehmensgröße anzutreffen sind. Größere Unternehmen können eher risikoreiche Projekte in Angriff nehmen, bei denen zwar neue Techniken latent vorhanden sind, aber nachfragewirksame Probleme potentieller Kunden erst aktiviert werden müssen. Da Großunternehmen vergleichsmäßig kontinuierlich FuE in eigenen Abteilungen betreiben, resultiert zwangsläufig eine Verstärkung des Faktors FuE als Impulsgeber für Innovationen.

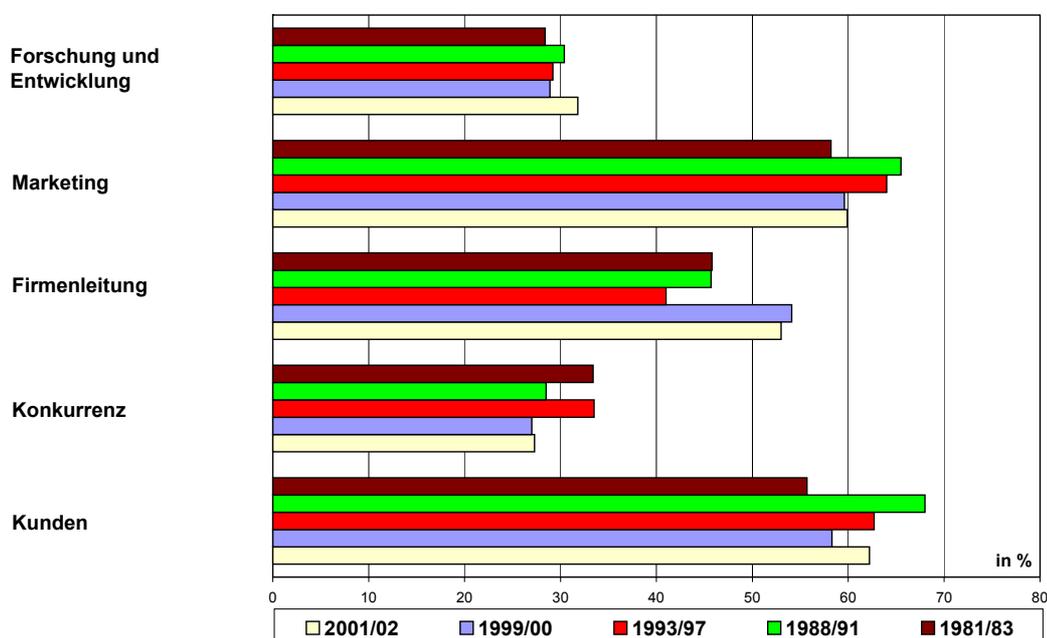
Die Impulsfaktoren "*Marketing*" und "*Kunden*" zeichnen sich über Konjunkturphasen betrachtet durch einen ähnlichen Verlauf aus. Dies ist nicht erstaunlich, da Marktinformationen zu einem großen Teil durch enge Kundenkontakte gewonnen werden. Die Kundennähe

---

<sup>32</sup> Nennenswert ist allenfalls der prozentuale Rückgang beim Impuls "FuE-Förderprogramm" (nicht in der Abbildung enthalten; 80er Jahre: rund 10%; 90er Jahre rund 6%; 1998/2002: knapp 4%), der auf die Einstellung von Förderprogrammen zurückzuführen sein dürfte (z.B. PKZ-Programm).

erlaubt es, sich schnell veränderten Wünschen anzupassen und Anregungen für Produktinnovationen unmittelbar aufzunehmen. Es könnte erwartet werden, dass in Zeiten wirtschaftlich starken Wachstums Kunden verstärkt an Unternehmen herantreten und dadurch anwendungsspezifische Innovationen bewirken. Dies trifft allerdings nur für die Boomphase zwischen 1988 und 1991 zu. Im Vergleich zu den Schwächephasen zu Beginn der 80er und Mitte der 90er Jahre lag in diesen Jahren der Anteil der Innovationen, die durch die Marketingabteilungen und/oder durch die Kunden induziert wurden, höher. Für die Jahre 1999/2000 und 2001/02 ist eine solche Relation jedoch nicht mehr feststellbar.

**Abb. 6-3:** *Herkunft der Innovationsideen in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002*



Durchschnittliche Prozentanteile für die jeweilige Periode; nur in Bezug auf bedeutende Innovationsimpulse.

Quelle: ifo Innovationstest. - Berechnungen des ifo Instituts.

Die von der *Firmenleitung* angeregten Innovationen lassen auf den ersten Blick kaum einen Zusammenhang zur konjunkturellen Entwicklung erkennen. Die hohe Bedeutung dieses Impulsfaktors wird im Wesentlichen durch kleine Unternehmen verursacht. Bei kleinen Unternehmen werden Verkaufs-, Entwicklungs- und Produktionsentscheidungen meist inhaltlich und formal von denselben Personen innerhalb eines überschaubaren Bereichs gefällt und aufeinander abgestimmt. Dieses marktnahe Operieren findet seinen Niederschlag u.a. darin, dass die Innovationsprojekte kleiner Unternehmen nur zu einem geringen Teil Ergebnis eines systematischen FuE-Suchprozesses sind, zum größeren Teil dagegen durch Kundenaufträge angestoßen werden. Da unter günstigen konjunkturellen Voraussetzungen wohl häufiger kundenspezifische Wünsche an die Firmenleitung herangetra-

gen werden, wäre zu vermuten, dass in Perioden stärkeren Wirtschaftswachstums die Firmenleitung in höherem Umfang Innovationen anregt. Für den Periodenvergleich 1993/97 zu 1999/2000 trifft dies auch zu, nicht jedoch für die 80er Jahre (1981/83 in Relation zu 1988/91). Grundsätzlich ist aber zu bedenken, dass hier ein relativ enger Zusammenhang zwischen den Variablen "Firmenleitung" und "Kunden" vorliegen dürfte. Stellt man die Befunde gegenüber, dass für den Impulsgeber "Kunden" zwar für die 80er, jedoch nicht für die 90er Jahre ein konjunkturnaher Verlauf festzustellen ist, während für den Faktor "Firmenleitung" umgekehrt für die 90er, jedoch nicht für die 80er Jahre ein konjunktureller Zusammenhang besteht, so ergäbe sich bei einer Zusammenführung der beiden Impulsquellen über den gesamten Zeitraum gesehen ein konjunktureller Bezug.

Ein Zusammenhang zum wirtschaftlichen Umfeld kann beim Impulsfaktor "*Konkurrenz*" festgestellt werden. Implizit liefert die Antwortquote der durch die Konkurrenzunternehmen ausgelösten Aktivitäten Hinweise auf die Bedeutung der Imitationsstrategie in der Industrie. Während in Wachstumsphasen, basierend auf einer u.a. besseren finanziellen Ausstattung, mehr Wert auf die Entwicklung betriebsintern initiiertter Innovationsvorhaben gelegt wird, sucht man in Schwächephasen in größerem Umfang Anregungen bei den Wettbewerbern (1981/83 und 1993/97).

Ergebnisse aus dem ifo Innovationstest zeigen, dass nur ein geringer Teil der nicht innovierenden Unternehmen spezifische **Hemmnisse** für den Verzicht auf Innovationsaktivitäten verantwortlich macht. Eine wesentlich größere Rolle spielen hemmende Faktoren bei Unternehmen, die zwar Innovationsprojekte erfolgreich abgeschlossen haben, ihr betriebliches Innovationspotenzial aber dennoch nicht voll ausschöpfen konnten. Im Folgenden werden nur die von innovierenden Unternehmen genannten Innovationshemmnisse betrachtet.

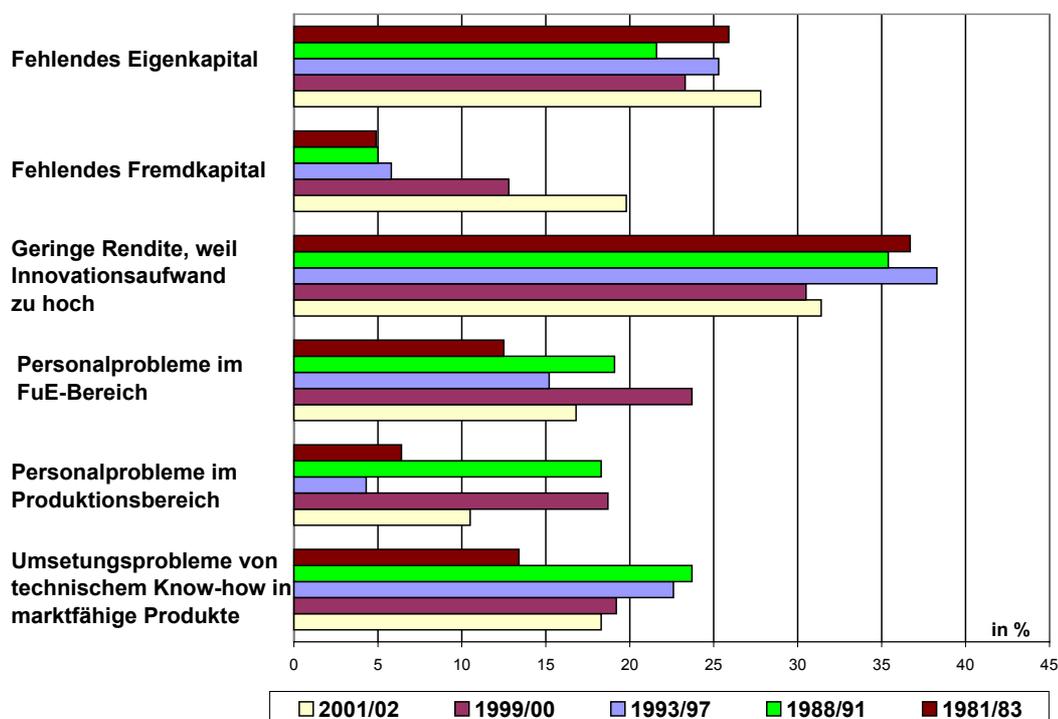
Innovierende Unternehmen beklagten im Untersuchungszeitraum am häufigsten, dass die aus den Produktinnovationen zu erzielende Rendite zu gering sei. Als verantwortlich hierfür bezeichneten sie unter anderem die mit den Innovationsprojekten verbundenen hohen Aufwendungen. Finanzielle Engpässe rangierten bei den Hemmnisfaktoren an zweiter Stelle. Rund ein Viertel der westdeutschen Unternehmen, die Innovationsaktivitäten durchführten, nannte fehlendes Eigenkapital als gravierendes Hemmnis. Als zunehmend schwieriger erweist sich nach den Ergebnissen des ifo Innovationstests der Zugang zu Fremdkapital.<sup>33</sup> Schwierigkeiten, geeignete Mitarbeiter im FuE-Bereich zu finden, melde-

---

<sup>33</sup> Die Meldungen der Unternehmen lassen zudem die vergleichsweise größeren Probleme kleinerer Unternehmen bei der Finanzierung von Innovationen zutage treten.

ten in den vergangenen 20 Jahren zwischen 15 und 25 % der westdeutschen Unternehmen, insbesondere in forschungsintensiven, innovativen industriellen Bereichen.<sup>34</sup>

Abb. 6-4: Hemmnisse von Innovatoren in der westdeutschen Industrie nach Konjunkturperioden im Zeitraum 1980-2002



Durchschnittliche Prozentanteile für die jeweilige Periode; nur in Bezug auf bedeutende Innovationshemmnisse.

Quelle: ifo Innovationstest.

Die Differenzierung der gemeldeten Hemmnisfaktoren nach *Konjunkturphasen* legt offen, dass die Innovationsaktivitäten in Boomphasen in deutlich stärkerem Maß durch *Faktorknappheiten* behindert werden, als dies in wirtschaftlich schwachen Zeiträumen der Fall ist (vgl. Abb. 6-4). Schwierigkeiten, geeignete Mitarbeiter für den FuE-Bereich zu finden, gaben in den Jahren 1988/91 und 1999/2000 um über die Hälfte mehr Unternehmen als Grund für Einschränkungen in der Innovationstätigkeit an als in den vorgelagerten Schwächephasen (1981/83 und 1993/97); die nachlassende Konjunktur in den Folgejahren milderte dann das Problem wieder. In noch gravierenderem Ausmaß traten die Personalprobleme im Produktionsbereich auf. In Phasen günstiger konjunktureller Rahmenbedingungen

<sup>34</sup> Andere unternehmensinterne Probleme, wie mangelnde Innovationsbereitschaft der Mitarbeiter, des Betriebsrats und der Führungskräfte, schränkten die Innovationstätigkeiten der Unternehmen im Verhältnis zu den ökonomischen Faktoren in deutlich geringerem Umfang ein. Einen relativ bedeutenden Hemmnisfaktor stellen regelungsbedingte Barrieren dar. Eine zu restriktive Gesetzgebung und zu lange Verwaltungsverfahren beeinträchtigen den Innovationsprozess rund jedes siebten Innovators in der Industrie.

behinderten diesbezügliche Personalprobleme zwei- bis dreimal so viele Unternehmen. Bemerkenswert ist es, dass der Rückgang der Personalproblematik in Stagnationsphasen gegenwärtig deutlich geringer ausfällt: Sowohl im FuE- als auch im Produktionsbereich schränkt der Mangel an qualifizierten Mitarbeitern mehr Innovatoren ein als in den Jahren zwischen 1993 und 1997. Dies kann beispielsweise im Produktionsbereich zu einer Verzögerung technischer Umstellungen oder zu einer suboptimalen Ausnutzung vorhandener Anlagen führen. Es ist zudem zu vermuten, dass die Lösung der artikulierten technischen Probleme eng mit den personellen Engpässen bei bestimmten Qualifikationen zusammenhängen. So ist sicher bei einem Teil der Unternehmen die nicht gelungene Umsetzung von vorhandenem Know-how in marktfähige Produkte auf das Fehlen entsprechender Fachkräfte zurückzuführen.

Inwiefern Finanzierungsaspekte eine Innovationsbarriere darstellen, wird im ifo Innovationstest durch die Variablen "fehlendes Eigenkapital" und "fehlendes Fremdkapital" erfasst. Während sich beim Hemmnisfaktor "*fehlendes Eigenkapital*" ein deutlicher Bezug zum Konjunkturverlauf zeigt (steigende bzw. abnehmende Bedeutung in wachstumschwachen bzw. -starken Zeiträumen), ist ein solcher beim "*fehlenden Fremdkapital*" nicht zu ersehen, vielmehr stieg dessen Bedeutung kontinuierlich an. Aus Sicht der Unternehmen bedrohen fehlende Fremdfinanzierungsmöglichkeiten zunehmend die Ausschöpfung ihres Innovationspotenzials. Der dramatische Anstieg in den Jahren 2001/02 dürfte vermutlich auch dadurch ausgelöst worden sein, dass insbesondere mittelständische Unternehmen angesichts der Vorbereitung der Banken auf die Basel-II-Kriterien von einer Kreditrationierung betroffen waren.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet wurde von den Innovatoren der Hemmnisfaktor "*zu geringe Rendite von Produktinnovationen*" als bedeutendster genannt. Dies ist angesichts der hohen Risiken, die mit der Innovationstätigkeit verbunden sind, nicht weiter erstaunlich. Ursächlich hierfür war in erster Linie der hohe Innovationsaufwand, der von rund jedem dritten westdeutschen Innovator als Hemmnisfaktor bezeichnet wurde. Auch für diese Innovationsbarriere zeigt sich, wenn auch nicht so prägnant wie bei den Personalschwierigkeiten, ein geringer konjunktureller Einfluss. In Perioden günstiger konjunkturellen Rahmenbedingungen (1988/91 und 1999/2000) gehen die Innovatoren eher davon aus, dass sich die für Innovationen aufgewendeten Mittel auf den wachstumsgemischten Märkten rascher und in höherem Ausmaß amortisieren.

Die bisher vorgelegten Ergebnisse vermitteln einen Eindruck hinsichtlich der Entwicklung des Innovationsverhaltens der westdeutschen Industrieunternehmen im Konjunkturverlauf seit 1980. Es zeigt sich, dass das Innovationsverhalten hinsichtlich der angestrebten Ziele, der wesentlichen Impulsgeber und der hemmenden Faktoren mit dem Konjunkturverlauf

variiert. In Hochkonjunkturphasen werden aufgrund einer besseren finanziellen Ausstattung eher offensive Marktstrategien forciert. Parallel hierzu erhalten die Unternehmen über Kundenaufträge vermehrt Anstöße für Innovationsaktivitäten; Imitationsstrategien sind seltener vorzufinden. Aufgrund einer guten Ertragslage treten auch Ziele zur Reduzierung der Produktionskosten etwas in den Hintergrund. Begrenzend wirken in Boomphasen Faktorknappheiten. Es wird für die Unternehmen zunehmend schwieriger, entsprechend qualifizierte Mitarbeiter für den FuE-, Produktions- und auch den Absatzbereich zu finden. In Schwächephase wirkt dagegen das fehlende Eigenkapital, d.h. ein niedriger Cashflow, restringierend auf die Innovationsbemühungen der Unternehmen.

Die vor dem Hintergrund des oben dargelegten Innovationsverhaltens realisierten Produkt- und Prozessinnovationsaktivitäten werden im Folgenden auf Basis der Individualdaten hinsichtlich des Einflusses der konjunkturellen Entwicklung analysiert.

### 6.3 Mikroökonometrische Analysen zu Innovationsbeteiligung und -erfolg

#### *Methodik*

Der Einfluss der Konjunktur<sup>35</sup> auf die Innovationsbeteiligung (differenziert nach Produkt- und Prozessinnovationen) und den marktseitigen Erfolg der Produktinnovationstätigkeit (Umsatzanteil in der Markteinführungs- und Wachstumsphase) wird anhand verschiedener Modelle untersucht. Zum einen wurden *Probitmodelle* zur Innovationsbeteiligung (Einführung von neuen Produkten und/oder neuen Prozessen) und zum anderen *Tobitmodelle* zum Umsatzanteil mit Produkten in der Markteinführungs- bzw. Wachstumsphase geschätzt. Für sämtliche Ansätze wurden Schätzvarianten durchgeführt, die einen zeitpunktbezogenen und zeitverzögerten Konjunkturreinfluss berücksichtigen.

Den einzelnen Schätzmodellen liegt folgender Basisansatz zugrunde:

$$I_{i,t} = f(I_{i,t-1}, \ln BES_{i,t}, \Delta BES_{i,(t/t-1)}, EXP_{i,t}, \mathbf{K}_{i,t}, \mathbf{Y}_{j,t}) \quad [6.1]$$

wobei

$$\mathbf{K}_i = \sum_l \beta_l (LAGE_i, ERWA_i, EXGE_i, KAPA_i, MANG_i) \quad [6.2]$$

---

<sup>35</sup> Neben den nachfolgend genannten Konjunkturindikatoren wurden weitere Variablen berücksichtigt (Veränderung der Nachfragesituation, des Auftragsbestands, der inländischen Produktionstätigkeit), die aber aufgrund hoher Korrelation zu anderen Konjunkturindikatoren in den verschiedenen Modellen nicht einbezogen wurden.

$$Y_j = \sum_m \beta_m (LOHN_j, ZINS_s_j, FDYN_j, FINT_j, WETT_j, NFSP_j) \quad [6.3]$$

mit

- i Unternehmen
- j Branche des Unternehmens i ( $j \in \{1, \dots, 21\}$ )
- t Beobachtungsjahr ( $t \in \{1980, \dots, 2000\}$ )
- I Innovationsindikator: Einführung einer Produkt- oder Prozessinnovation (ja/nein) bzw. Umsatzanteil in der Markteinführungs- bzw. Wachstumsphase (in %)
- lnBES Logarithmus der Beschäftigtenzahl
- ΔBES Beschäftigungswachstum
- EXP Export (ja/nein)
- LAGE Beurteilung der aktuellen Geschäftslage (gut, schlecht, Referenz: befriedigend)
- ERWA Geschäftslage in den nächsten 6 Monaten (eher günstiger, eher ungünstiger, Referenz: etwa gleich bleiben)
- EXGE Exportgeschäft in den nächsten 3 Monaten (zunehmen, abnehmen, Referenz: etwa gleich bleiben)
- KAPA Kapazitätsauslastung in % der betrieblichen Vollauslastung
- MANG Behinderung der Produktionstätigkeit durch Mangel an Fachkräften (ja/nein)
- LOHN, ZINS, FDYN, FINT, WETT, NFSP: siehe Abschnitt 5.1

Die Indikatoren "Innovationsbeteiligung" und "Umsatzanteil nach Produktzyklusphasen" stellen auf die Ergebnisse von FuE- und Innovationsprozessen ab, nämlich inwieweit Unternehmen in einem bestimmten Jahr erfolgreich neue Produkte bzw. Prozesse eingeführt haben und welchen Umsatz sie damit erzielen konnten. Der Einfluss der Konjunktur auf das Innovationsverhalten wurde mit Hilfe der Daten des ifo Konjunkturtests ermittelt. Dabei wurden im Bereich der Indikatoren zur Einschätzung der konjunkturellen Situation nicht - wie dies bei den Berechnungen für die FuE-Aufwendungen erfolgt ist - branchen- bzw. produktgruppenspezifische Konjunkturindikatoren herangezogen, sondern die Konjunktüreinschätzung durch das Unternehmen selbst.<sup>36</sup>

### *Ergebnisse*

---

<sup>36</sup> Schätzungen die individuelle und branchen- bzw. produktmarktbezogene Konjunkturindikatoren berücksichtigen, lieferten für letztere keine signifikanten Ergebnisse und werden im Folgenden nicht behandelt. Für die Abhängigkeit der Konjunktur auf die Entscheidung Produkt- und/oder Prozessinnovationen zu realisieren, scheinen somit die unternehmensspezifischen Konjunktüreinschätzungen maßgebend zu sein.

Die Analyse zur Entscheidung der Unternehmen, in *FuE* zu investieren, ergab hinsichtlich des Konjunktoreinflusses von produktgruppenspezifischen Konjunkturindikatoren den Befund, dass auf die Höhe der *FuE*-Aufwendungen die Geschäftserwartungen keinen signifikanten und die Kapazitätsauslastung nur einen geringen Einfluss ausüben (vgl. Abschnitt 5.2). Die nachfolgenden Schätzungen zum Einfluss der Konjunktur auf die **Innovationsbeteiligung** liefern demgegenüber deutlich abweichende Ergebnisse.

Zu beachten ist dabei erstens, dass hier die Konjunkturindikatoren nicht aggregiert als Branchenmerkmale eingehen, sondern als die Einschätzung des einzelnen innovierenden Unternehmens. Zweitens wird die Einführung von Produkt- oder Prozessinnovationen in einem bestimmten Jahr betrachtet. Diese lässt sich viel eher in Bezug auf die konjunkturelle Situation "timen" als die Höhe der *FuE*-Aufwendungen, die aufgrund langer Projektlaufzeiten bei einer positiven Entscheidung für ein *FuE*-Projekt dann eine entsprechende Finanzierung über einen längeren Zeitraum erfordert. Vor allem bei Produktinnovationen hängt auch der Innovationserfolg stark vom richtigen platzieren eines neuen Produkts innerhalb eines Nachfragezyklus' am Markt ab, da bei einer expansiven Nachfrage und allgemein anziehenden Produktpreisen sich neue Produkte eher durchsetzen können als unter kontraktiven konjunkturellen Rahmenbedingungen. Von daher ist für die Innovationsbeteiligung ein deutlich engerer Zusammenhang zur nachfrageseitigen Konjunktur zu erwarten und wird mit den vorliegenden Analysen auch bestätigt.

Nahezu alle Konjunkturindikatoren haben den erwarteten positiven bzw. negativen Einfluss (vgl. Tab. 10-5 im Anhang). So erhöht eine günstige Beurteilung der aktuellen Geschäftslage, die impliziert höhere Erlöse und damit günstigere Finanzierungsmöglichkeiten mit sich bringen dürfte, die Neigung in Innovationsprojekte zu investieren. Erwarten die Unternehmen dagegen infolge eines abnehmenden Exportgeschäfts eine Verschlechterung der konjunkturellen Entwicklung, so führen die vermuteten ungünstigeren Absatzchancen im Rahmen der Investitions- und Innovationsplanung eher zur Vermeidung von Projekten mit hoher Unsicherheit und damit auch zur Senkung der Innovationsneigung.<sup>37</sup>

Zwischen den *80er und 90er Jahren* sind im Wesentlichen nur marginale Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung konjunktureller Einflussfaktoren festzustellen. Die Ausnahme bildet

---

<sup>37</sup> Die Schätzungen beziehen sich auf die Unternehmensangaben zur Innovationsbeteiligung und zur konjunkturellen Beurteilung des jeweiligen Jahres. Ob zum Zeitpunkt *t* neue bzw. wesentlich verbesserte Produkte am Markt platziert und/oder neue bzw. verbesserte Prozesse im Unternehmen eingesetzt werden, dürfte sich insbesondere an den Erwartungen hinsichtlich des betreffenden Absatzmarktes bzw. der finanziellen Möglichkeiten des Unternehmens (u.a. Beurteilung der Geschäftslage) zum Zeitpunkt *t* orientieren. Zusätzlich durchgeführte Schätzungen, die einen zeitverzögerten Einfluss der Konjunkturindikatoren (*t-1*) auf das Innovationsverhalten unterstellen, ergaben nur in geringen Nuancen Abweichungen zu den Schätzergebnissen bzgl. eines zeitpunktbezogenen Konjunktoreinflusses (vgl. Tab. 10-8 im Anhang).

die Exportorientierung des Unternehmens sowie die Einschätzung der Exportentwicklung. Für beide Indikatoren nimmt der Einfluss auf die Innovationsbeteiligung in den 90er Jahren zu. Um sich gegen die starke Konkurrenz auf den Auslandsmärkten behaupten zu können, scheint somit eine Intensivierung der Innovationstätigkeit erforderlich zu sein. Insbesondere zeigt sich, dass in den 80er Jahren ein erwartetes abnehmendes Exportgeschäft noch keinen signifikant negativen Einfluss auf die Innovationsneigung induzierte, für die 90er Jahre ein solcher jedoch festzustellen ist. Da dem Export als Treiber für Innovationen in den 90er Jahren ein stärkerer Einfluss zukommt, ergibt sich auch für die vergangenen zwei Jahrzehnte eine leicht zunehmende Konjunkturabhängigkeit des Innovationsverhaltens.

Die Differenzierung nach *Klein- und Großunternehmen* (ab 250 Beschäftigte) legt einige Unterschiede offen. Während die Persistenz der Innovationsbeteiligung bei größeren Unternehmen wie erwartet höher ausfällt, ist der konjunkturelle Einfluss auf die Innovationsbeteiligung bei kleineren Unternehmen generell stärker ausgeprägt. Im Vergleich zu Großunternehmen werden kleinere Unternehmen bei der Entscheidung, Innovationstätigkeiten durchzuführen, relativ stärker von der aktuellen Geschäftslage beeinflusst. Für größere Unternehmen sind demgegenüber eher günstigere Geschäftserwartungen (Inlands- und Auslandsmarkt) ausschlaggebender. Die hohe Bedeutung der konjunkturellen Rahmenbedingungen für die Innovationsbeteiligung ist bei den Kleinunternehmen in den 80er wie in den 90er Jahren vorzufinden. Für Großunternehmen lässt sich feststellen, dass insbesondere die Rolle der Exportorientierung weiter zunimmt. Um auf Auslandsmärkten bestehen zu können, ist per se eine hohe Innovationsneigung unerlässlich. Dadurch nimmt aber auch das konjunkturelle Umfeld, bei der Entscheidung Innovation durchzuführen, eine nachrangige Bedeutung ein.

Unterscheidet man die Innovationsbeteiligung nach der Ausrichtung der Innovationsaktivitäten in Bezug auf **Produkt- und Prozessinnovationen**, so ergeben sich folgende Befunde (vgl. Tab. 10-6 und Tab. 10-7 im Anhang): Während *Produktinnovationen* stärker von den Erwartungen über die Konjunkturentwicklung sowie von der Exportnachfrage beeinflusst werden, hängt die Entscheidung zur Durchführung von *Prozessinnovationen* von der aktuellen Geschäftslage und der Kapazitätsauslastung ab, Geschäftserwartungen üben keinen signifikanten und die Exportnachfrage nur einen vergleichsweise geringen Einfluss aus.<sup>38</sup> Dies bestätigt einerseits den unmittelbaren Zusammenhang zwischen konjunktureller Situation und des Umfangs der Prozessinnovationen und zeigt zum anderen die Zukunftsorientierung von Produkt-

---

<sup>38</sup> Diese Befunde werden bestätigt durch Probitschätzungen zum Einfluss einer veränderten konjunkturellen Beurteilung seitens der Unternehmen im Datenpool (Betrachtung der Zeiträume  $t-1$  zu  $t$ ) bzw. durch Ergebnisse aus geordneten Probitmodellen zur Änderung in der Innovationsneigung (Ausstieg, Einstieg bzw. konstantes Innovationsverhalten). Während ausschließlich eine Verbesserung der Kapazitätsauslastung die Prozessinnovationsaktivitäten anstößt, führen

→

innovationsaktivitäten. Die konjunkturellen Rahmenbedingungen wirken - abgesehen von dem Innenfinanzierungseffekt aufgrund der Umsatz- und Produktivitätsveränderung - auf letztere nur mittelbar, indem die aktuelle konjunkturelle Lage mangels anderer zuverlässiger Informationen als ein Indikator für die künftige Marktentwicklung gilt. Dies bedeutet gleichzeitig, dass die Vermittlung positiver Zukunftserwartungen die Produktinnovationstätigkeit stimulieren kann.

Der mittelbare Effekt des aktuellen konjunkturellen Umfelds auf die *Produktinnovationstätigkeit* gründet sich auf die Unternehmen mit bis zu 250 Beschäftigten. Bei größeren Unternehmen spielt die Einschätzung der aktuellen konjunkturellen Lage nur eine unmerkliche Rolle. Sie sind dagegen auf der Basis positiverer Konjunkturerwartungen (generell günstigere Einschätzung der zukünftigen Geschäftslage und erwartete zunehmende Exportnachfrage) eher bereit, Innovationsaktivitäten im Produktbereich aufzunehmen. Während für die *Kleinunternehmen* zwischen den *80er und 90er Jahren* nur marginale Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung konjunktureller Einflussfaktoren festzustellen sind, zeigt sich das bereits für die Innovationsbeteiligung ermittelte Resultat, dass bei den *Großunternehmen* in den 90er Jahren die Exportorientierung und die Erwartungen hinsichtlich des Exportgeschäfts (negativer Einfluss einer abnehmenden Exportnachfrage) für die Realisierung von Produktinnovationen zunehmend von entscheidender Bedeutung sind.

Die für den Einfluss der Konjunktur (aktuelle Geschäftslage und Kapazitätsauslastung) auf die Beteiligung an *Prozessinnovationen* insgesamt ermittelten Ergebnisse haben nahezu ohne Unterschied Gültigkeit für die beiden betrachteten Zeiträume und Unternehmensgruppen. Es fällt allenfalls auf, dass bei größeren Unternehmen in den 90er Jahren der Einfluss der Einschätzung der aktuellen Geschäftslage auf die Prozessinnovationstätigkeit zurückgeht. Für Großunternehmen spielen hinsichtlich der Entscheidung Innovationsaktivitäten im Produktionsbereich aufzunehmen weder das aktuelle Konjunkturgeschehen noch die diesbezüglichen Erwartungen eine nennenswerte Rolle. Ursächlich hierfür dürfte das aus dem langjährigen Meldeverhalten der Teilnehmer am ifo Innovationstest festzustellende Resultat sein: Insbesondere bei größeren Unternehmen kommen Produkt- oder Prozessinnovationen kaum als singuläres Neuerungselement vor. Die gleichzeitige Realisierung kombinierter Produkt- und Prozessinnovationen ist für die meisten Innovationsprozesse charakteristisch.<sup>39</sup> Infolge

---

primär verbesserte Einschätzungen hinsichtlich der künftigen Nachfrageentwicklung zu einem positiv signifikanten Einfluss auf die Neigung neue bzw. verbesserte Produkte auf den Markt zu bringen.

<sup>39</sup> Im gesamten Beobachtungszeitraum führten im Durchschnitt über 45% der Innovatoren kombinierte Produkt- und Prozessinnovationen durch. Bei größeren Unternehmen war dieses Verhalten allerdings deutlich häufiger (rund zwei Drittel) als bei Kleinunternehmen (rund 40%) anzutreffen.

hiervon werden durch Produktinnovationen sehr häufig Prozessinnovationen angestoßen, die somit von konjunkturellen Einflüssen kaum tangiert werden.

Zum Einfluss der konjunkturellen Rahmenbedingungen auf die *Innovationsbeteiligung* ergeben sich zusammenfassend folgende *zentrale Ergebnisse*:

Von einer günstigen konjunkturellen Entwicklung geht insgesamt betrachtet ein positiver Einfluss auf die Entscheidung von Unternehmen aus, Innovationsvorhaben zu realisieren. Eine Verschlechterung der konjunkturellen Rahmenbedingungen wirkt sich vice versa negativ aus. Das *Innovationsverhalten schwankt tendenziell prozyklisch*.

Im Gegensatz zur Höhe der FuE-Aufwendungen ist die *Innovationsbeteiligung* westdeutscher Industrieunternehmen vergleichsweise *stark von der konjunkturellen Situation geprägt*. Hierbei sind vor allem zwei Aspekte zu beachten: Erstens basieren die Schätzungen zur Innovationsbeteiligung auf den individuellen Konjunkturbeurteilungen der Unternehmen. Die branchen- bzw. produktgruppenspezifischen Indikatoren im Rahmen der Schätzungen zu den FuE-Ausgaben stellen dagegen auf ein weiter gefasstes konjunkturelles Umfeld des betreffenden Produktmarkts ab, firmenspezifische Konjunkturverläufe bleiben dadurch unberücksichtigt. Zum Zweiten bildet die Variable "Innovationsbeteiligung" sämtliche Tätigkeiten von der Entstehungs- über die Entwicklungs- bis hin zur Realisierungsphase in einem Innovationsprojekt ab. Dadurch werden auch Ausgaben mit investiven Charakter erfasst, die einen deutlich engeren Bezug zum Konjunkturverlauf aufweisen, als dies bei den zukunftsorientierten FuE-Ausgaben der Fall ist (vgl. die Ergebnisse in Abschnitt 5.2).

Für *Großunternehmen*, die im Rahmen ihrer FuE- und Marktstrategie in der Regel über einen längerfristigen Planungshorizont verfügen, sind insbesondere *Erwartungen* über die konjunkturelle Entwicklung für die Aufnahme von Innovationsaktivitäten ausschlaggebend. Im Zusammenhang mit der fortschreitenden Internationalisierung und der Beschleunigung technologischer Entwicklungen gewann für die Produktpolitik dieser Unternehmensgruppe in den vergangenen Jahren die konjunkturelle Einschätzung der jeweiligen Auslandsmärkte zunehmend an Bedeutung.

Während sich Großunternehmen tendenziell an den mittelfristigen Nachfrageerwartungen (insbesondere zum Auslandsmarkt) orientieren, machen *kleine Unternehmen* ihre Innovationsstätigkeit stärker von der *aktuellen konjunkturellen Lage* abhängig. Dies bedeutet, dass Innovationsaktivitäten in Kleinunternehmen weniger kontinuierlich sind und enger mit dem Konjunkturverlauf schwanken. Durch vermehrte Kundenaufträge in Boomphasen verbessern sie ihre Ertragssituation und nutzen dies für ihre Innovationsaktivitäten im Produktionsbereich. Auf Basis der verbesserten finanziellen Lage antizipieren sie auch eine günstigere Geschäftsentwicklung und es steigt die Neigung, Innovationsprojekte im Produktbereich aufzu-

nehmen. Alles in allem *reagieren kleine Unternehmen* auf Änderungen in den konjunkturellen Rahmenbedingungen wesentlich *stärker als Großunternehmen*.

In den vergangenen Jahren kann dem *Export als Treiber von Innovation* eine deutlich stärkere Bedeutung attestiert werden. Daraus resultiert auch insgesamt gesehen eine *leicht zunehmende Konjunkturabhängigkeit* des Innovationsverhaltens.

Die Analyse der verschiedenen Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE ergab, dass neben der Umsatzentwicklung auch die *Entwicklung der Faktorpreise* (Entwicklung der branchenspezifischen Reallöhne und -zinssätze) und zum Teil auch die weltweite Veränderung der *Forschungsintensität* für die Höhe der FuE-Ausgaben eine Rolle spielt (vgl. Abschnitt 5.2). Entsprechende Effekte zeigen sich bei der Innovationsbeteiligung nicht bzw. nur in sehr geringem Ausmaß. Dies dürfte zum einen darauf zurückzuführen sein, dass in den individuellen Beurteilungen der Unternehmen zur konjunkturellen Situation die Faktoren wie Reallohnentwicklung für Angestellte, Realzinssätze, Nachfragespezialisierung und Wettbewerbsgrad in einer Branche implizit eingehen. Zum anderen greifen die Faktoren, die die internationale FuE-Tätigkeit repräsentieren (FuE-Intensität und Entwicklung der FuE-Ausgaben), nur einen Ausschnitt des Innovationsprozesses ab, nämlich den der Bereitstellung des technischen Wissens.

Für die in den letzten Jahren zunehmend ins Blickfeld gerückte Innovationsbarriere "*Fachkräftemangel*" ergab sich bei den Schätzungen kein signifikant negativer Einfluss. Auch zusätzlich durchgeführte Berechnungen<sup>40</sup> in den Jahren 2001 und 2002 lieferten kein entsprechendes Ergebnis. Dies kann damit erklärt werden, dass Unternehmen zwar verstärkt auf einen Mangel an geeignetem Personal hinweisen, aber dennoch in der Lage sind, Innovationen zu realisieren. Der artikulierte Fachkräftemangel kann somit dazu führen, dass die betroffenen Unternehmen ihr Innovationspotenzial zwar nicht ausschöpfen, sich in der Innovationsbefragung aber als Innovator einstufen.<sup>41</sup>

Die Schätzungen zum Einfluss der konjunkturellen Rahmenbedingungen auf den *Erfolg der Innovationstätigkeit* zeigen zwischen dem Umsatzanteil in der Markteinführungs- und Wachstumsphase deutliche Unterschiede. Der Umsatzanteil, den Unternehmen mit Produkten, die sich in der *Markteinführungsphase* befinden, erzielen, wird in Relation zum Umsatzanteil in der Wachstumsphase in deutlich höherem Umfang durch das Vorjahresniveau

---

<sup>40</sup> Verknüpfung der Angaben zur Innovationsbeteiligung und konjunkturellen Beurteilung inkl. der Frage nach der Produktionsbehinderung aufgrund von Mangel an Fachkräften.

<sup>41</sup> Auf Basis der qualitativen Angaben in den Innovationserhebungen lässt sich aber nicht ermitteln, in welchem Umfang die Unternehmen aufgrund von Fachkräftemangel ihre Innovationsprojekte einschränken.

dieses Umsatzanteils bestimmt (vgl. Tab. 10-9 und Tab. 10-10 im Anhang). Während die Exportorientierung allgemein einen starken Einfluss auf den Umsatzanteil in der Markteinführungsphase verzeichnet, ergibt sich hinsichtlich der Entwicklung der Exportnachfrage und der Kapazitätsauslastung kein Effekt. Die konjunkturelle Entwicklung übt in erster Linie über die aktuelle Geschäftslage sowie in leicht geringerem Maß über die Geschäftserwartungen einen gewissen Einfluss aus. Ursächlich für diesen Befund ist das Agieren der **kleinen Unternehmen**. Sie entwickeln ihre Produktinnovationen zu einem überwiegenden Teil für konkrete Kunden bzw. direkt in deren Auftrag, so dass sich im engeren Sinne für sie kein konjunkturbedingtes Absatzproblem für Produktneuheiten ergibt. Da sie im Allgemeinen aber rasch auf Kundenwünsche reagieren müssen, lässt sich für diese Unternehmensgruppe ein relativ enger Zusammenhang zwischen ihrer günstigen aktuellen Geschäftslage und der Markteinführung des "neuen" (kundenspezifischen) Produkts feststellen. In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich diesbezüglich keine Änderung eingestellt.

Gänzlich anders ist das Verhalten der *Großunternehmen* zu charakterisieren. Für diese Unternehmensgruppe haben konjunkturelle Faktoren praktisch keinen Einfluss auf den Umsatzanteil, den sie mit neuen oder verbesserten Produkten erzielen. Größere Unternehmen generieren nahezu einen kontinuierlich Strom an neuen Produkten. Impulse für Produktinnovationen kommen nicht nur von Kunden, sondern auch aus der eigenen FuE-Abteilung. Es wird nicht nur nach Bedarf, sondern regelmäßig an der Verbesserung von bzw. an neuen Produkten gearbeitet. Die wesentlich höhere Kontinuität der Innovationsaktivitäten von Großunternehmen zeigte sich bereits bei den Ergebnissen zur Innovationsbeteiligung im Zeitraum 1980 bis 2002 (vgl. Abschnitt 3.1). Darüber hinaus ergaben auch die Schätzergebnisse für die Aktivitäten im Produktbereich, dass bei größeren Unternehmen konjunkturelle Gegebenheiten weitgehend keinen Einfluss ausüben (Ausnahme: über die Exportorientierung wirkende Nachfrageänderungen).

Im Gegensatz zum Umsatzanteil in der Markteinführungsphase ist der Umsatzanteil mit Produkten in der *Wachstumsphase* des Produktlebenszyklus in hohem Maß von den konjunkturellen Rahmenbedingungen abhängig.<sup>42</sup> Die Einschätzungen zur aktuellen Geschäftslage und zu den Konjunkturerwartungen determinieren diesen Umsatzanteil. Da es sich bei Produkten in der Wachstumsphase um Innovationen früherer Jahre handelt, erbringen sie einen weitaus höheren Umsatzanteil als Produkte in der Markteinführungsphase und sind somit für die Gesamterträge von Produktinnovationsaktivitäten maßgebend. Bedingt hierdurch ergibt sich

---

<sup>42</sup> Der zu beobachtende signifikant positive Einfluss der Variable "Mangel an Fachpersonal" auf den Umsatzanteil in der Wachstumsphase ist wohl dahingehend zu interpretieren, dass wirtschaftliche Boomphasen, die u.U. auch durch Schwierigkeiten für die Unternehmen gekennzeichnet sind, auf dem Arbeitsmarkt geeignete Mitarbeiter zu finden, einen zunehmenden Umsatzanteil in der Wachstumsphase bewirken.

zwangsläufig ein insgesamt wesentlich bedeutenderen Einfluss der Konjunktur auf den Umsatzanteil in der Wachstumsphase. Auch die Schätzergebnisse - sei es nach Unternehmensgruppen oder Zeiträumen differenziert - weichen nicht von obigen generellen Befund ab: *Der Umsatzanteil mit Produkten in der Wachstumsphase wird in hohem Ausmaß von der konjunkturellen Situation geprägt.*

## 7 FuE und Konjunktur im internationalen Vergleich

Während in Abschnitt 3.2 anhand der aggregierten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft der Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum im internationalen Vergleich analysiert wurde, wird in diesem Abschnitt die Analyse auf Branchenebene durchgeführt. Dazu wird zunächst in einem ersten einfachen Schritt die Korrelation zwischen der Veränderungsrate der realen FuE-Aufwendungen eines Sektors und der Veränderungsrate der Wertschöpfung in diesem Sektor betrachtet. Da weder Umfrage- noch andere international vergleichbare Konjunkturindikatoren verfügbar sind, dient die Wertschöpfung als Indikator für die Nachfrageentwicklung des jeweiligen Sektors. Branchenspezifische Konjunkturlinien führen zu einer schwankenden Nachfrageentwicklung, welche sich auf die Entwicklung der Wertschöpfung und in Folge auf die FuE-Aufwendungen im betreffenden Sektor auswirkt.

In den sich anschließenden multivariaten Analysen wird der Zusammenhang unter Berücksichtigung weiterer Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE abgebildet. Hierbei zeigt sich, dass die Umsatz- bzw. Produktionsentwicklung noch besser als die Wertschöpfung zur Erklärung der FuE-Entwicklung geeignet ist.

### 7.1 Korrelationsanalysen

Mit Korrelationen kann Richtung und Stärke des Zusammenhangs zwischen FuE- und Wertschöpfungsentwicklung beschrieben werden. Die berechneten Korrelationen zeigen für die fünf großen OECD-Länder USA, Japan, Deutschland, Großbritannien und Frankreich eine deutlich unterschiedliche "Konjunkturabhängigkeit" der FuE in einzelnen Branchen (vgl. Tab. 7-1):

- Generell niedrig ist der Zusammenhang zwischen FuE und Produktion in Branchen, die überwiegend der Spitzentechnologie zuzurechnen sind (Pharma, Instrumentenbau, Flugzeugbau). Im Computerbau, der ebenfalls als Spitzentechnologiesektor zählt, ist dagegen - mit Ausnahme der USA - ein positiver Zusammenhang festzustellen. Dies kann u.a. an den besonders kurzen Produktzyklen in dieser Branche liegen, wodurch ein viel engerer Konnex zwischen Produktentwicklung, Produktion und Nachfragedynamik besteht als etwa in der Pharma- und Flugzeugindustrie, wo die Entwicklung neuer Produkte eine lange Vorlaufzeit mit entsprechend lange laufenden FuE-Projekten erfordert.
- In den mehrheitlich zur Hochtechnologie zählenden Branchen Chemie (ohne Pharma), Maschinenbau und Elektrotechnik sowie in der - überwiegend zur Spitzentechnologie zählenden - Elektronik zeigt sich nur für Deutschland und Japan ein signifikanter positiver

Zusammenhang zwischen Wertschöpfungsveränderungen und Veränderung der FuE-Aufwendungen. Diese Branchen sind es auch, die die insgesamt hohe Gleichläufigkeit von industriellen FuE-Aufwendungen und Wertschöpfungsentwicklung in Deutschland und Japan ausmachen.<sup>43</sup> Die hohe Zyklizität von FuE ist insofern beachtenswert, als beide Länder in den genannten Branchen FuE vergleichsweise intensiv betreiben und zu den wichtigsten Nettoexporteuren von Technologie am Weltmarkt zählen.<sup>44</sup> FuE scheint hier besonders stark produktionsgebunden zu sein. Der in den Fallstudien festgestellte unmittelbare Zusammenhang zwischen Aufwendungen für die (meist kundenspezifische) Produktentwicklung und dem Auftragsbestand bzw. Produktionswert im Maschinenbau und der Elektrotechnik bestätigt sich in den aggregierten Daten für Deutschland und Japan, jedoch nicht für die USA, Großbritannien und Frankreich. Dies mag auch an der größeren Bedeutung der Waffenindustrie in diesen Ländern, die zu einem guten Teil statistisch dem Maschinenbau zugeschlagen wird, liegen.

- FuE im Automobilbau ist nur in Japan und - mit einer einjährigen Verzögerung - in den USA mit der Produktionsentwicklung korreliert. In Deutschland weitete die Automobilindustrie dagegen ihre FuE-Aufwendungen kontinuierlich und somit weitgehend unabhängig von der Autokonjunktur aus.

Insgesamt betrachtet zeigt vor allem die japanische und deutsche Industrie eine hohe Konjunkturabhängigkeit ihres FuE-Verhaltens, während in den drei anderen großen OECD-Ländern USA, Großbritannien und Frankreich industrielle FuE nur wenig mit der Produktionsentwicklung gekoppelt ist

Zwischen den 80er und 90er Jahren nahmen in den OECD-Ländern in fast allen FuE-intensiven Industriebranchen die jährlichen Schwankungen der FuE-Aufwendungen zu (Tab. 7-2). Allerdings stiegen parallel auch die Schwankungen der Bruttowertschöpfung, so dass nur bedingt von einer wirklich eigenständigen Erhöhung der Zyklizität von FuE gesprochen werden kann. Auf Branchenebene setzt sich vielmehr das Bild durch, dass das Auf und Ab bei den FuE-Aufwendungen in erster Linie den stärkeren Schwankungen der Produktion und nicht so sehr kurzfristigen Verhaltensänderungen geschuldet ist.

---

<sup>43</sup> Für Deutschland zeigt sich dieser deutlich positive Zusammenhang nur bei Betrachtung der Bruttowertschöpfung der Industrie, jedoch nicht bei Betrachtung der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung (d.h. inklusive der inlandsmarktorientierten Sektoren Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe, Energieversorgung, Dienstleistungen und öffentliche Verwaltung; vgl. Abschnitt 2). Dies liegt an der starken Auslandsmarktorientierung der deutschen Industrie, wodurch sie oftmals anderen konjunkturellen Zyklen unterliegt als die deutsche Binnennachfrage.

<sup>44</sup> Vgl. Schumacher et al. (2003).

**Tab. 7-1: Korrelation zwischen der Veränderungsrate der realen FuE-Aufwendungen ( $\Delta FuE$ ) und des realen Wachstums der Bruttowertschöpfung ( $\Delta BW$ ) 1980-2000 in FuE-intensiven Industriebranchen in den fünf großen OECD-Ländern**

	$\Delta FuE(t)$ zu $\Delta BW(t)$ bzw. $(t-1)$	Verarbeitendes Gewerbe	Pharma	Chemie (o. Pharma)	Maschinenbau	Computerbau	Elektrotechnik	Elektronik/Medientechnik	Instrumentenbau	Automobilbau	Flugzeugbau
Deutschland	t	0,62*	0,01	0,44*	0,62*	0,53*	0,48*	0,60*	-0,27	0,08	0,19
	t-1	0,23	0,33	0,25	0,14	0,21	0,42*	0,00	-0,15	0,32	-0,12
USA	t	0,03	-0,20	-0,39	0,15	0,30	-0,13	0,27	-0,08	0,12	0,17
	t-1	0,04	0,48*	0,43*	0,25	0,14	0,05	0,37	0,27	0,53*	0,17
Japan	t	0,87*	0,24	0,68*	0,71*	0,66*	0,49*	0,42*	0,59*	0,49*	-0,03
	t-1	0,50*	0,15	0,34	0,32	0,41	0,18	0,75*	0,16	0,40	-0,10
Großbritannien	t	0,27	0,49*	0,38	0,14	0,38*	0,03	0,31	0,09	0,31	0,59*
	t-1	0,26	0,21	0,33	-0,18	0,16	-0,02	0,17	-0,02	0,08	0,38
Frankreich	t	0,19	-0,26	0,16	0,11	0,60*	0,19	0,03	-0,12	0,09	-0,28
	t-1	0,35	-0,30	0,35	0,01	0,46	-0,40	0,19	-0,05	0,35	0,42

\* Korrelationskoeffizient auf dem 5%-Niveau signifikant

Quelle: OECD (STAN, ANBERD 2002) - Berechnungen des DIW.

**Tab. 7-2: Durchschnittliche jährliche Veränderungsrate (%) und Variationskoeffizient der Veränderungsrate (%) der realen FuE-Aufwendungen ( $\Delta FuE$ ) und des realen Wachstums der Bruttowertschöpfung ( $\Delta BW$ ) 1980-2000 in FuE-intensiven Industriebranchen in den OECD-Ländern**

Verarbeitendes Gewerbe	ISIC (rev. 3)	Veränderungsrate $FuE$		Veränderungsrate $BW$		Variationskoeffizient $\Delta FuE$			Variationskoeffizient $\Delta BW$		
		1980-1989	1990-2000	1980-1989	1990-2000	1980-1989	1990-2000	1980-1989	1990-2000	1980-1989	1990-2000
Pharma	2423	9,4	5,7	5,2	3,6	1,0	2,3	1,6	3,0		
Chemie (ohne Pharma)	24 (o. 2423)	5,5	-1,0	3,0	0,1	1,8	-9,9	2,6	94,6		
Maschinenbau	29	6,2	4,1	1,2	1,4	2,0	3,8	6,0	6,1		
Computerbau <sup>a)</sup>	30	11,2	-7,2	5,9	-3,1	1,7	-6,8	2,6	-13,0		
Elektrotechnik	31	4,4	1,3	1,3	1,3	4,0	14,5	5,0	7,8		
Elektronik/Medientechnik	32	5,5	4,6	3,6	4,7	2,6	3,1	2,7	3,7		
Instrumentenbau	33	14,9	4,8	3,3	4,5	2,4	6,0	2,4	2,1		
Automobilbau	34	7,8	5,5	2,3	2,5	1,9	3,2	5,1	5,7		
Flugzeugbau	353	9,5	1,0	6,3	2,2	2,4	38,6	2,7	10,0		

a) Negative Veränderungsrate 1990-2000 durch Branchenwechsel von Großunternehmen bedingt.

Quelle: OECD (STAN, ANBERD 2002) - Berechnungen des DIW.



Im Vergleich der 80er und 90er Jahre deutlich zugelegt haben die Schwankungen in den FuE-Aufwendungen in den überwiegend zur Hochwertigen Technologie zählenden Branchen Chemie (ohne Pharma), Maschinenbau und Elektrotechnik. Aber auch bei den eher kleinen Spitzentechnologiesektoren Flugzeugbau, Instrumentenbau und Computerbau sind die Schwankungen der FuE-Aufwendungen in den 90er Jahren beträchtlich höher als in der Vordekade. Beim Flugzeugbau spielen sicherlich die Änderungen in der Rüstungspolitik eine Rolle: Nach einer stetigen Zunahme der FuE-Anstrengungen in den 80er Jahren kam es nach 1990 zu einem diskontinuierlichen Abbau von Forschung und Produktion. Beim Computerbau sind die Daten der 90er Jahre durch Reklassifikation der Branchenzugehörigkeit von Großunternehmen nur eingeschränkt interpretierbar.

Niedrige jährliche Schwankungen in FuE weisen dagegen die Pharmaindustrie, die Elektronik/Medientechnik sowie der Automobilbau auf, wenngleich auch hier zwischen den 80er und 90er Jahren eine Zunahme in den Variationskoeffizienten zu beobachten ist.

Betrachtet man die Entwicklung und die Schwankungen von FuE nur für die fünf großen OECD-Länder (vgl. Tab. 10-11), fällt die im Vergleich zur Summe der 14 analysierten OECD-Länder insgesamt niedrigere FuE-Dynamik in allen Branchen außer der Chemieindustrie auf. Diese bedingt in der Regel deutlich stärkere Schwankungen der FuE-Aufwendungen um den Mittelwert in den fünf großen Ländern. Zwei Branchen, nämlich die Chemieindustrie und der Automobilbau, fallen allerdings aus diesem Bild, hier sind die FuE-Schwankungen in den großen Ländern sowohl in den 80er als auch in den 90er Jahren geringer als in der Summe der OECD-Länder.

## 7.2 *Multivariate Analysen mit Fehlerkorrekturmodellen*

Mit dem multivariaten Ansatz auf Basis eines Fehlerkorrekturmodells wird untersucht, wie stark FuE in den einzelnen Wirtschaftssektoren auf kurzfristige unvorhergesehene Änderungen der Nachfrage -gemessen als Änderung der Produktion<sup>45</sup>- reagiert. Daher werden Schwankungen von FuE nicht als per se durch Konjunkturfälle hervorgerufen angesehen (wie bei den einfachen Korrelationen). Vielmehr ermöglicht das Fehlerkorrekturmodell die Unterscheidung von langfristigen "strukturellen" Änderungen des FuE-Verhaltens und kurzfristigen "unerwarteten" Abweichungen durch Nachfrageschocks.

---

<sup>45</sup> Bei den multivariaten Analysen auf Branchenebene wird statt der Bruttowertschöpfung die Produktion in der jeweiligen Branche als Indikator für die konjunkturelle Entwicklung herangezogen. Die Produktion, definiert als Umsatz plus Lagerbestandsveränderungen- spiegelt noch besser als die Wertschöpfung die Nachfrageentwicklung für die jeweilige Branche wider.

### Methodik

Mit dem Pooled Mean Group (PMG) Modell<sup>46</sup> können langfristige Trends in den FuE-Aufwendungen von kurzfristigen Änderungen unterschieden werden.<sup>47</sup> Zugrundeliegende Annahme ist eine Kointegrationsbeziehung, d.h. ein langfristiges Gleichgewicht, zwischen FuE-Aufwendungen und dem Umsatz, approximiert durch die Produktion. Konjunkturelle Einflüsse zeigen sich als kurzfristige Abweichungen (sogenannte Schocks) vom langfristigen Trend. Je stärker die FuE-Aufwendungen aufgrund von kurzfristigen Änderung der Produktion schwanken, desto stärker ist die konjunkturelle Abhängigkeit der FuE-Ausgaben.

Das Basismodell für die langfristige Beziehung ist folgendermaßen spezifiziert:

$$FuE_{kit} = \theta_{0i} + \theta_{1ki}zins_{kit} + \theta_{2ki}prod_{kit} + u_{kit} \quad [7.1]$$

*k*     Branche ( $k \in \{\text{Pharmaindustrie, Chemieindustrie, Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik/Medientechnik, Instrumente, Automobilbau, Luft- und Raumfahrzeugbau}\}$ )

*i*     Land ( $i \in \{\text{Australien, Kanada, Finnland, Frankreich, Dänemark, Deutschland, Italien, Japan, Niederlande, Norwegen, Spanien, Schweden, Großbritannien, USA}\}$ )

*t*     Beobachtungsjahr ( $t \in \{1976-2001\}$ )

FuE    Logarithmus der FuE-Aufwendungen

Prod    Logarithmus der Produktionswerte

Zins    mittelfristiger Zinssatz (nominal)

Das folgende ARDL(1,1,1)-Modell (durch die Lags werden Wirkungsverzögerungen berücksichtigt)

$$FuE_{kit} = \mu_{ki} + \delta_{1ki}zins_{kit} + \delta_{11ki}zins_{ki,t-1} + \delta_{2ki}prod_{it} + \delta_{21ki}prod_{i,t-1} + \lambda_{ki}FuE_{ki,t-1} + \varepsilon_{kit} \quad [7.2]$$

ergibt nach Umformung das zu schätzende Fehlerkorrekturmodell (vgl. Pesaran et al. 1998) als

$$\Delta FuE_{kit} = \phi_{ki}(FuE_{ki,t-1} - \theta_{0ki} - \theta_{1ki}zins_{ki,t-1} - \theta_{2ki}prod_{ki,t-1}) - \delta_{1ki}\Delta zins_{kit} - \delta_{2ki}\Delta prod_{kit} + \varepsilon_{kit} \quad [7.3]$$

---

<sup>46</sup> Vgl. Pesaran et al. (1998).

<sup>47</sup> Guellec und Ioannidis (1999) verwenden ebenfalls ein Fehlerkorrekturmodell. Die verwendete Schätzmethode (Seemingly Unrelated Regression) ist in diesem Zusammenhang jedoch etwas problematisch, weil sie tendenziell zu "überoptimistischen" Resultaten führt, weil die geschätzten Standardfehler der Regressionskoeffizienten zu niedrig sind.

$$\text{mit } \theta_{0ki} = \frac{\mu_{ki}}{1 - \lambda_{ki}}, \quad \theta_{1ki} = \frac{\delta_{1ki} + \delta_{11ki}}{1 - \lambda_{ki}}, \quad \theta_{2ki} = \frac{\delta_{2ki} + \delta_{21ki}}{1 - \lambda_{ki}}, \quad \phi_{ki} = -(1 - \lambda_{ki}).$$

Der gewählte Ansatz (PMG-Schätzer) nimmt an, dass die langfristigen Parameter ( $\theta_{0k}, \theta_{1k}, \theta_{2k}$ ) über alle Länder gleich sind, während die kurzfristigen Parameter und insbesondere die Anpassungsparameter unterschiedlich sein können.

Für unsere Fragestellung ist der sogenannte Anpassungsparameter  $\phi$  die zentrale Größe des Modells. Wir interpretieren den positiven Wert, d.h.  $-\phi$ . Der Anpassungsparameter beschreibt, ob überhaupt (es wird ein signifikant positives Vorzeichen erwartet) und wie stark die FuE Aufwendungen auf konjunkturelle Schocks in der vorangegangenen Periode reagieren. Je größer der Wert des Anpassungsparameters, desto stärker ist der konjunkturelle Einfluss auf die FuE Aufwendungen. Eine weitere Größe, die in diesem Modell interpretiert werden kann, ist der Parameter  $\theta_{1k}$ . Er zeigt an, wie sich eine einprozentige Steigerung der Produktion langfristig prozentual auf die Höhe der FuE-Ausgaben auswirkt. Der Parameter  $\theta_{2k}$  zeigt an, wie sich der langfristige Zinssatz in den einzelnen Branchen auf die FuE-Aufwendungen auswirkt.

Dieses Grundmodell wird in weiteren Schritten um folgende Kenngrößen erweitert<sup>48</sup>:

- Proxyvariablen für Nachfrage und Wettbewerbsstellung der jeweiligen Branche.
- Staatliche FuE-Aufwendungen, gemessen als (1) die FuE-Aufwendungen in staatlichen (nicht-universitären) Forschungseinrichtungen, (2) die staatlichen Gesamtaufwendungen für im Inland aufgewendete FuE (d.h. der vom Staat finanzierte Teil der gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen), (3) die staatlich finanzierte FuE im Wirtschaftssektor (d.h. der öffentlich finanzierte Teil der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft). Speziell die letzte Größe sollte am besten eine etwaige Stabilisierungsfunktion staatlicher Finanzierung von FuE in Unternehmen abbilden. Die entsprechenden Angaben wurden der OECD Main Science and Technology Indicators (MSTI) Datenbank entnommen.
- Länderspezifische Leitaktienindizes als Indikator für gesamtwirtschaftliche Erwartungen.
- nationale und internationale FuE-Trends (vgl. Abschnitt 5.1).

### Datenbasis

<sup>48</sup> Da die verwendeten Variablen starke Trends aufweisen, sind sie i.d.R. relativ stark miteinander korreliert. Spezifikationen mit einer größeren Zahl von Regressoren führen daher oftmals zu unplausiblen Ergebnissen.

Für die Analysen werden die von der Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) bereitgestellten Datensätze Industry Structural Analysis (STAN) und Analytical Business Expenditures on Research and Development- Datensatz (ANBERD) verwendet.

Die STAN-Datenbank enthält Angaben zu Produktion und Wertschöpfung auf Branchenebene, wobei die Angaben schon ab 1970 in der Klassifizierung nach ISIC Rev. 3 vorhanden sind. Die ANBERD-Datenbank ist ein international harmonisierter Datensatz zu den FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors auf Branchenebene. Allerdings liegen die Angaben in der ISIC-3-Klassifizierung erst ab 1987 vor, weshalb eine Umschlüsselung der älteren Angaben von der ISIC-2- auf die ISIC-3-Klassifikation erforderlich war.

Alle Werte wurden mit ebenfalls von der OECD bereitgestellten länderspezifischen BIP Preisindizes deflationiert und in Kaufkraftparitäten zum Basisjahr 1995 umgerechnet. Der langfristige Zinssatz (lending rate) in den jeweiligen Ländern wurde IFS (International Financial Statistics) entnommen.

### *Ergebnisse*

Die wichtigsten Ergebnisse der Modellschätzungen sind folgende:

- Der Zinssatz hat langfristig überwiegend einen negativen, die Produktion überwiegend einen langfristig positiven Effekt auf die Höhe der FuE-Aufwendungen.
- Nachfrage und Wettbewerbsstellung einer Branche haben im Allgemeinen keinen signifikanten Effekt. Die Entwicklung des Aktienindex in einem Land ist positiv mit den FuE-Aufwendungen korreliert, wenn auch weitaus geringer als die Produktionsentwicklung. Daher ist die Entwicklung von Aktienindizes nur bedingt als Konjunkturindikator für die Vorhersage von FuE-Entwicklungen geeignet.
- Sowohl nationale (aggregierte FuE-Aufwendungen der Wirtschaft) wie auch internationale Branchentrends können sektorale FuE-Trends auf Länderebene erklären, wobei internationale FuE-Trends (Summe der FuE-Aufwendungen der betreffenden Branche in den fünf größten Ländern) insgesamt eine größere Erklärungskraft als nationale Trends aufweisen.
- Die staatlichen Ausgaben für FuE haben im Durchschnitt aller OECD-Länder einen positiven Einfluss auf die *Höhe* der FuE-Aufwendungen. Dies gilt für alle drei berücksichtigten Arten staatlicher FuE-Ausgaben (FuE in staatlichen Forschungseinrichtungen, Umfang staatlicher FuE-Finanzierung gesamt, staatliche FuE-Mittel für Unternehmen). Den stärksten Effekt hat dabei - wie erwartet werden konnte - die staatlich finanzierte FuE im

Wirtschaftssektor. Ein stabilisierender Effekt durch öffentliche FuE - d.h. eine geringere Konjunkturreakibilität der Wirtschafts-FuE, welche sich im Fehlerkorrekturmodell in einem größeren  $\phi$  zeigen müsste - lässt sich im Durchschnitt aller Länder nicht nachweisen. Mit Ausnahme der FuE-Aufwendungen in staatlichen Forschungseinrichtungen schwanken die öffentliche FuE-Ausgaben im Durchschnitt aller OECD-Länder prozyklisch. Dies zeigt sich auch für Deutschland.

- Im Durchschnitt kann über alle Länder eine Zunahme der Reagibilität der FuE-Aufwendungen auf konjunkturelle Einflüsse in den 90er Jahren im Vergleich zu den 80er Jahren beobachtet werden. Diese Zunahme findet man auch für Deutschland.
- Auf der Branchenebene sind stärkere Konjunkturreffekte nachweisbar als auf der hoch aggregierten nationalen Ebene. Vermutlich überlagern sich dort teilweise unterschiedliche Konjunkturverläufe in den Branchen.
- Die stärksten langfristigen Auswirkungen einer einprozentigen Produktionserhöhung findet man für die Pharmaindustrie (2,2 %), die Chemie (1,3 %) sowie für den Computerbau (1,5 %) (vgl. Tab. 7-3)

**Tab. 7-3: Schätzergebnisse für die langfristigen Regressionskoeffizienten im Fehlerkorrekturmodell**

Wirtschaftszweig	Unternehmens- sektor gesamt	Dienst- leistungen	Verarbeitendes Gewerbe	Pharma	Chemie	Maschinen- bau
ISIC rev. 3 Klassifikation	01-99	50-99	15-37	2423	24 o. 2423	29
Zins	-0,040*	-0,012*	0,045*	0,028	0,009	-0,040*
Produktion	0,933*	4,079*	2,475*	2,169*	1,345*	0,992*

Wirtschaftszweig	Computer	Elektro- technik	Elektronik/ Medientechnik	Instrumente	Automobilbau	Flugzeugbau
ISIC rev. 3 Klassifikation	30	31	32	33	34	353
Zins	-0,067*	-0,023*	-0,041*	-0,119*	-0,031*	0,012*
Produktion	1,498*	1,025*	0,738*	-0,322	0,863*	1,065*

\* am 5%-Niveau signifikant

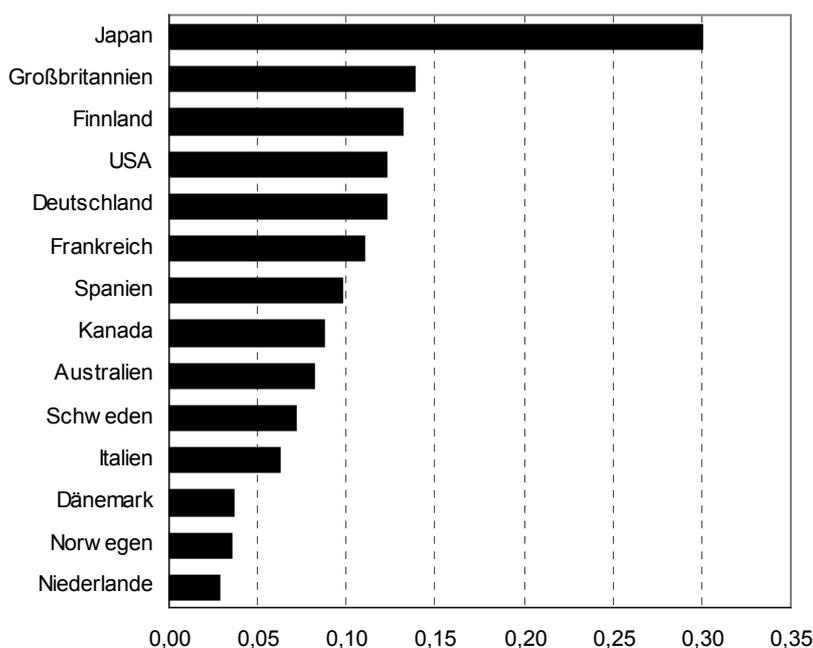
Quelle: OECD (ANBERD, STAN). - Berechnungen des DIW.

Ein zentrales Ergebnis der Analysen ist, dass Deutschland im Vergleich zu anderen OECD-Ländern eine durchschnittliche konjunkturellen Reagibilität der FuE aufweist (Abb. 7-1). Generell lässt sich feststellen, dass größere Länder in der Tendenz eine höhere Konjunkturabhängigkeit der Wirtschafts-FuE zeigen als kleinere OECD-Länder. Eine Ausnahme stellt unter den kleinen Ländern Finnland dar, dessen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft sich bei kurzfristigen Konjunkturveränderungen stark anpasst. Die Höhe des Anpassungsparameters für Deutschland von 0,12 besagt, dass sich die Höhe der FuE bei einem konjunkturellen Schock von 1 % in der vorangegangenen Periode - d.h. einer kurzfristigen Änderung der Pro-

duktion um 1 % - um 0,12 % anpasst. Zu beachten ist, dass das Modell auch für die nachfolgenden Perioden jeweils eine Anpassung von 0,12 % vorhersagt, solange bis sich das langfristige Gleichgewicht zwischen FuE und Produktion wieder eingestellt hat.

Besonders hoch sind die konjunkturellen Anpassungen in den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Japan. FuE-Aufwendungen und Konjunktur laufen hier so stark wie in keinem anderen Land parallel (Anpassungskoeffizient von knapp 0,3), was allerdings vor der spezifischen konjunkturellen Entwicklung Japans in den vergangenen zwei Jahrzehnten zu sehen ist (kontinuierliches, hohes Wachstum bis Anfang der 90er Jahre, seither anhaltende Stagnation). In Großbritannien, den USA und Frankreich zeigt die Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors jeweils eine ähnliche Größenordnung wie für Deutschland.

**Abb. 7-1:** *Ausmaß der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern im Zeitraum 1976-2001<sup>a)</sup>*



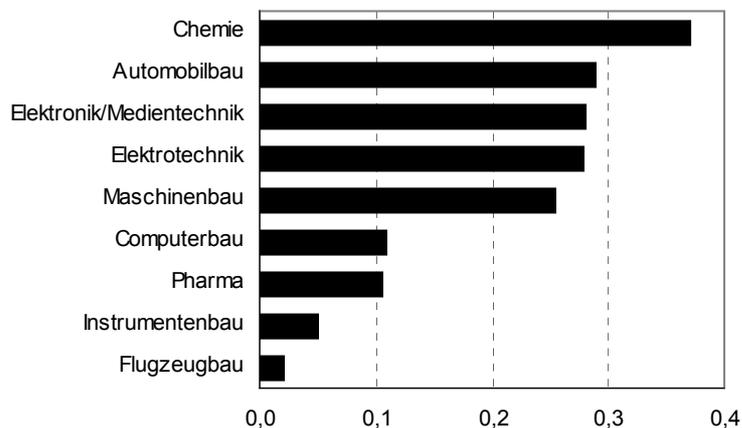
- a) Die Werte stellen den gewichteten Durchschnitt der geschätzten Werte für den Anpassungsparameter  $\phi$  der jeweiligen Länder dar. Als Gewichte wurden FuE-Branchenanteile verwendet.  $\phi$  gibt die Reagibilität der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) bei Änderung der Nachfrage (gemessen durch den Produktionswert) an. Je größer der Wert ist, desto stärker ist die konjunkturelle Anpassung.

Quelle: OECD (ANBERD, STAN) - Berechnungen des DIW.

Die durchschnittliche konjunkturelle Anpassung der FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft überrascht insofern, als Deutschland - ebenso wie Japan - von der Branchenzusammensetzung seiner FuE-Aufwendungen her ein Schwergewicht in jenen Branchen aufweist, in denen die FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich in größerem Maß auf konjunkturu-

relle Änderungen reagieren (Abb. 7-2). Am höchsten ist die kurzfristige Reaktion von FuE auf Veränderungen in der Produktion in der Chemie (ohne Pharma), im Automobilbau, in der Elektrotechnik sowie Elektronik/Medientechnik und im Maschinenbau. Dies alles sind Branchen, die in Deutschland einen höheren Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aufweisen als im Durchschnitt der OECD-Länder. In diesen (mit Ausnahme der Elektronik) überwiegend zur Hochwertigen Technologie zählenden Branchen ist die Produktionsanbindung von FuE vergleichsweise hoch, mitunter ist FuE auch ein integraler Bestandteil des Produktionsprozesses. Daraus resultiert der wesentlich stärkere konjunkturelle Einfluss. Demgegenüber weisen Branchen der Spitzentechnologie (Pharma, Büromaschinen, Instrumentenbau, Flugzeugbau) eine deutlich niedrigere Beeinflussung durch kurzfristige Produktions- und Nachfrageschwankungen auf.

**Abb. 7-2:** *Ausmaß der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in der OECD im Zeitraum 1980-2001 differenziert nach Branchen<sup>a)</sup>*



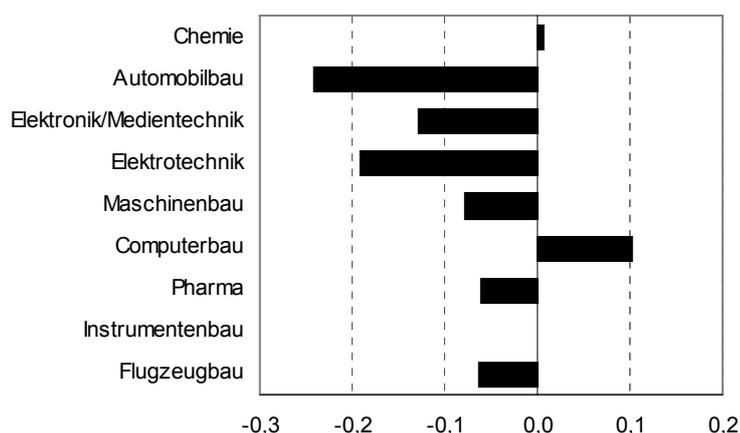
a) OECD: 14 Länder (vgl. Abb. 7-1). Die Werte stellen den über alle Länder gewichteten Durchschnitt der geschätzten Anpassungsparameter  $\phi$  einer Branche dar. Als Gewichte wurden die FuE-Anteile der Länder in der jeweiligen Branche verwendet.  $\phi$  gibt die Reagibilität der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) bei Änderung der Nachfrage (gemessen als Produktionswert) an. Je größer der Wert ist, desto stärker ist die konjunkturelle Anpassung.

Quelle: OECD (ANBERD, STAN) - Berechnungen des DIW.

Die insgesamt durchschnittliche Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft trotz einer für konjunkturbedingte FuE-Schwankungen affinen Branchenstruktur legt die Vermutung nahe, dass in Deutschland in diesen Branchen vergleichsweise stetig FuE betrieben wird und der konjunkturelle Einfluss auf die FuE-Aufwendungen hier geringer als in anderen OECD-Ländern ist. Differenziert nach den einzelnen Branchen (Abb. 7-3, vgl. auch Tab. 10-12 im Anhang) erweisen sich insbesondere der Automobilbau, die Elektrotechnik und die Elektronik/Medientechnik in Deutschland in ihrem FuE-Verhalten als deutlich geringer durch die Konjunktur beeinflusst als dieselben Branchen in anderen Ländern. Während die FuE-Aufwendungen des deutschen Automobilbaus nicht auf Veränderun-

gen im Produktionswert reagieren, besteht in den USA, Japan und Frankreich ein sehr starker, positiver Konjunkturlauf. Das selbe Bild zeigt sich in der Elektrotechnik, wo neben den USA und Japan auch die elektrotechnische Industrie in Finnland, Schweden und Dänemark in ihren FuE-Entscheidungen deutlich auf konjunkturelle Änderungen reagiert.

**Abb. 7-3:** *Abweichung der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen von Industriebranchen in Deutschland vom Durchschnitt in der OECD im Zeitraum 1980-2001<sup>a)</sup>*



a) OECD: 14 Länder (vgl. Abb. 7-1). Der Durchschnitt der OECD stellt das über alle Länder gewichtete Mittel der geschätzten Anpassungsparameter  $\phi$  einer Branche dar. Als Gewichte wurden die FuE-Anteile der Länder in der jeweiligen Branche verwendet. Ein positiver Wert zeigt an, dass in Deutschland die Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen einer Branche größer als im Durchschnitt der OECD ist.

\* Wert für den Computerbau wegen geringer Zahl an Länder-Beobachtungen und Brüche in der Zeitreihe aufgrund des Branchenwechsels von Großunternehmen wenig aussagekräftig.

Quelle: OECD (ANBERD, STAN) - Berechnungen des DIW.

Eine niedrige Konjunkturreaktivität weist Deutschland auch in den Branchen Flugzeugbau, Instrumente, Pharma und Elektronik/Medientechnik auf. Im Maschinenbau existiert zwar ein positiver Einfluss der Produktionswertveränderung, er ist jedoch niedriger als in Japan, den USA, Großbritannien oder Kanada. Die einzige Branche, in der Deutschland eine hohe Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen aufweist, ist die Chemieindustrie. Hier liegt Deutschland im internationalen Trend, da auch in vielen anderen Ländern diese Branche durch hohe konjunkturelle Schwankungen in den FuE-Aufwendungen geprägt ist. Sowohl für Deutschland als auch die OECD-Ländern insgesamt gilt, dass eine einprozentige kurzfristige Abweichung vom langfristigen Gleichgewicht eine Anpassung der FuE von knapp 0,4 % auslöst. Die US-amerikanische Chemieindustrie ist dabei noch stärker konjunkturreaktiv, mit einem Anpassungskoeffizienten von über 0,6.

Die überdurchschnittliche Konjunkturabhängigkeit der FuE im deutschen Computerbau ist mit Vorsicht zu interpretieren, da für die USA aufgrund von Brüchen in der Zeitreihe keine zuverlässigen Informationen vorliegen. Im Vergleich zu Japan ist der Anpassungskoeffizient für den Computerbau in Deutschland deutlich niedriger (0,45 zu 0,2, vgl. Tab. 10-12).

## 8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

### 8.1 Hauptergebnisse

Ziel der Studie war die Untersuchung des Konjunkteinflusses auf das FuE- und Innovationsverhalten von Unternehmen, wobei besonders Augenmerk auf Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen sowie auf Änderungen in Stärke und Form dieses Einflusses zwischen den 80er und 90er Jahren gelegt wurde. Hierfür wurden unterschiedliche empirische Zugänge gewählt:

- Der Einfluss auf Entscheidungen, Ressourcen für FuE bereitzustellen, wurde für die Gruppe der **kontinuierlich forschenden Unternehmen** untersucht. Im Zentrum standen somit Fragen nach der Anpassung der Höhe der FuE-Aufwendungen bzw. des FuE-Personaleinsatzes bei Änderungen in den konjunkturellen Rahmenbedingungen. Als Datenbasis dienten die Unternehmensdaten der FuE-Erhebung des Stifterverbandes.
- Die Rolle der Konjunktur für die Entscheidung, neue Produkte und neue Prozesse einzuführen, wurde für die **Gesamtheit aller Unternehmen** analysiert, wobei insbesondere die Frage der Einflussfaktoren von Entscheidungen interessierte, in einem bestimmten Jahr ein neues Produkt in den Markt zu bringen oder einen neuen Prozess zu implementieren, d.h. Innovationstätigkeit neu aufzunehmen, aufzugeben oder beizubehalten. Als Datenbasis diente der ifo Konjunkturtest.
- Ein internationaler Vergleich des Konjunkteinflusses auf FuE und Innovation wurde auf **Branchenebene** für eine Reihe wichtiger OECD-Länder vorgenommen.

Die unterschiedlichen empirischen Zugänge zeigen einheitlich einen positiven Einfluss von konjunkturellen Rahmenbedingungen auf FuE- und Innovationsentscheidungen von Unternehmen. Form und Wirkung der einzelnen Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE/Innovation variieren jedoch nach der Art der betrachteten Entscheidung.

#### (1) Konjunktur und FuE-Aufwendungen von kontinuierlich forschenden Unternehmen

Für die **Höhe der FuE-Ausgaben** ist die **Veränderung des Umsatzes und der Produktivität** - die zusammen einen Indikator für die Innenfinanzierungsmöglichkeiten des Unternehmens darstellen - von der größten Bedeutung. Beide Größen schwanken prozyklisch, da ein Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage die Absatzdynamik der einzelnen Unternehmen i.d.R. positiv beeinflusst und aufgrund einer höheren Kapazitätsauslastung und der effektiveren Nutzung von Skaleneffekten Produktivitätszuwächse erleichtert. Ein **Umsatzwachstum** (bzw. ein Umsatzrückgang) von 10 % führt kurzfristig zu einer Erhöhung (Verrin-

gerung) der gesamten FuE-Aufwendungen von 2 %. Die langfristigen Effekte<sup>49</sup> sind mit 3½ % (deutlich höher).

Die (konjunkturabhängige) Umsatzentwicklung der Unternehmen hat schon alleine deshalb eine stark positive Wirkung auf die Höhe der FuE-Aufwendungen, da ein bedeutender Teil der Kosten für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten unmittelbar vom Auftragsvolumen abhängt. Dies trifft insbesondere auf jene Branchen zu, in denen eine Einzel- und Kleinserienfertigung bei Ausrichtung auf die spezifischen Wünsche einzelner Kunden dominiert, wie etwa im Maschinen- und Anlagenbau. Hier ist technologische Entwicklung ein integraler Teil der Produktionstätigkeit, um neue technische Spezifikationen von Maschinen und Geräten zu realisieren. Steigt die Nachfrage der Kunden, wird die Produktionstätigkeit und damit auch der Umfang an FuE ausgeweitet. Aber auch in Branchen, die keine kundenspezifischen Produkte herstellen, kann die konjunkturbedingte Ausweitung der Produktion den Bedarf an FuE-Aktivitäten erhöhen, etwa um die Produktion in größeren Stückzahlen oder Mengen zu ermöglichen.

Die Umsatzentwicklung wirkt auch über zwei weitere Mechanismen positiv auf die Änderung der FuE-Aufwendungen. Zum einen ist sie - in Verbindung mit der Produktivitätsentwicklung - ein Indikator für die Veränderung des Cashflows. Insbesondere bei kleineren Unternehmen werden FuE-Projekte zum größten Teil aus dem Cashflow finanziert, da eine projektspezifische Fremdfinanzierung (zweckgebundene Kredite) wegen der fehlenden Sicherheiten (da bei FuE-Projekten meist kaum materielle Investitionen getätigt werden) und der hohen Unsicherheit kaum zur Verfügung steht und Fremdfinanzierungsmittel für das Unternehmen insgesamt - wie beispielsweise Kontokorrentkredite - prioritär für die Finanzierung von Aktivitäten mit sicheren Rückflüssen genutzt werden. Dementsprechend ist der Effekt der Umsatzveränderung und der Produktivität auf die FuE-Aufwendungen bei KMU deutlich höher als bei Großunternehmen.

Zum anderen wenden vor allem große Unternehmen in den 90er Jahren vermehrt Benchmarking-Ansätze zur Bestimmung der geeigneten Höhe der FuE-Aufwendungen an. Als ein zentrales Maß, dessen Höhe und Entwicklung bei Wettbewerbern beobachtet wird, gilt in den meisten Branchen die Relation zwischen FuE-Aufwendungen und Umsatz. Versuchen nun Unternehmen, im Rahmen eines "FuE-Rennens" diese Relation an den Werten der Wettbewerber auszurichten, ergibt sich bei einer Umsatzänderung ein Anpassungsbedarf bei den FuE-Aufwendungen.

---

<sup>49</sup> Kurzfristige Effekte beziehen sich auf die Reaktion der FuE-Größen auf konjunkturelle Schocks in der vorangegangenen Periode, langfristige Effekte bilden ab, wie sich Änderungen bei Einflussgrößen wie Umsatz oder Faktorpreise über konjunkturelle Bewegungen hinweg auf FuE-Entscheidungen auswirken.

Die Höhe der FuE-Aufwendungen der kontinuierlich forschenden Unternehmen wird zu einem bedeutenden Maß auch durch die Entwicklung der **Faktorpreise** beeinflusst: Sowohl die Reallohnentwicklung als auch die Entwicklung der Realzinssätze üben einen starken negativen Einfluss auf die FuE-Aufwendungen aus. Eine Erhöhung des inflationsbereinigten Tariflohnindex um einen Prozentpunkt führt kurzfristig zu einem Rückgang der gesamten FuE-Aufwendungen um etwa 0,3 %. Steigt der Realzinssatz um einen Prozentpunkt, bewirkt dies kurzfristig einen Rückgang bei den FuE-Aufwendungen von knapp 0,2 %. Da Reallöhne und Realzinsen tendenziell prozyklisch schwanken, geht von den Faktorpreisen ein antizyklischer Effekt auf die Höhe der FuE-Aufwendungen aus. Die langfristigen Effekte von Änderungen in den Faktorpreisen auf die Höhe der FuE-Aufwendungen sind mit 0,5 % (Reallohn) bzw. 0,3 % (Realzins) etwa doppelt so hoch wie die kurzfristigen. Auch im internationalen Vergleich zeigt sich ein negativer Einfluss des Zinssatzes. Im Verein mit der hohen Bedeutung der Innenfinanzierungsmöglichkeiten ergibt dies insgesamt das Bild, dass die Höhe der FuE-Aufwendungen zu einem erheblichen Maß finanzierungs- und kostengetrieben ist. Zumindest jene Unternehmen, die kontinuierlich Mittel für FuE bereitstellen, passen den Umfang ihrer FuE-Aktivitäten kurzfristig an die eigene Finanzierungssituation und die Bedingungen auf den Faktormärkten an. Sie reagieren damit in Bezug auf FuE ähnlich wie in Bezug auf Sachkapitalinvestitionen.

Die **Konjunktureinschätzung** auf Branchenebene - gemessen anhand von Indikatoren aus dem ifo Konjunkturtext zur Geschäftserwartung, zur Kapazitätsauslastung und zum Vorhandensein von Fachkräftemangel Zunahme der Kapazitätsauslastung (positiv) - spielt dagegen nur eine geringe Rolle für die Entscheidungen der Unternehmen, in FuE zu investieren. Nur die Kapazitätsauslastung wirkt positiv: Erhöht sich diese um einen Prozentpunkt, steigen die FuE-Aufwendungen um 0,2 %. Die Kapazitätsauslastung ist dabei stark mit der Einschätzung der Unternehmen zur aktuellen Geschäftslage korreliert. Die eher zukunftsgerichteten Geschäftserwartungen üben keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Höhe der FuE-Aufwendungen aus. Es scheint somit, dass der Übertragungsmechanismus der Konjunktüreinschätzung sehr kurzfristig auf die Höhe der FuE-Aufwendungen wirkt.

Beachtenswert ist auch der positive Zusammenhang zwischen der **Exportorientierung der Branche**, dem das Unternehmen angehört, und seinen FuE-Aufwendungen: Steigt die Exportquote der Branche um einen Prozentpunkt, wachsen die FuE-Aufwendungen der Unternehmen um 1 %. Dies deutet darauf hin, dass eine zunehmende Exportorientierung zusätzliche FuE-Anstrengungen erfordert. Der ursächliche Zusammenhang ist allerdings nicht eindeutig. Denn gleichzeitig stärken FuE-Aufwendungen als Investitionen in neue Produkte und neue Technologien auch die Wettbewerbsposition und versprechen von daher bessere Absatzchancen auf Märkten, die durch einen Qualitätswettbewerb gekennzeichnet sind.

Ein interessantes Ergebnis ist außerdem, dass die **weltweite Veränderung der Forschungsintensität** in einer Branche (FuE-Aufwendungen in Relation zum Umsatz im Durchschnitt aller OECD-Länder) einen negativen Einfluss auf die Veränderung der FuE-Aufwendungen der deutschen Unternehmen ausübt. Dies bedeutet, dass die FuE-Dynamik in Deutschland in den vergangenen 20 Jahren nicht vorrangig in den Branchen erfolgte, die international durch eine überdurchschnittlich kräftige FuE-Intensivierung charakterisiert sind (wie z.B. Instrumentenbau, Pharma), sondern in Branchen mit international stagnierender oder abnehmender FuE-Intensität (Metall, Elektronik/Medientechnik, Fahrzeugbau).

Die einzelnen **Komponenten der FuE-Aufwendungen** verhalten sich im Konjunkturzyklus unterschiedlich und werden auch in unterschiedlicher Form und unterschiedlichem Ausmaß von der Konjunktur beeinflusst. Eine Umsatzveränderung übt nur auf die Höhe der internen FuE-Aufwendungen einen Einfluss aus, während die externen FuE-Aufwendungen von der Umsatzentwicklung nicht beeinflusst werden. Die Veränderung der **externen FuE-Aufwendungen** lässt sich generell schlechter erklären als die der internen. Es zeigt sich jedoch ein stärkerer Einfluss der Preise für FuE-Personal, d.h. die Vergabe von FuE-Aufträgen an Dritte kann (zum Teil) als eine Reaktion auf gestiegene Inputkosten interpretiert werden. Das Volumen der externen FuE, die ans Ausland fließt, ist ebenso wie der Umfang der FuE-Finanzierung aus dem Ausland unabhängig von der konjunkturellen Situation in Deutschland. Da diese Ströme in erster Linie konzerninterne Zahlungen umfassen, sind sie wohl vor allem von der Entwicklung von Akquisitionen und Zusammenschlüssen bestimmt.

Die **staatliche Finanzierung** von FuE in Unternehmen ist zunächst einmal durch den säkulareren Trend abnehmender Finanzierungsbeiträge geprägt. In kurzfristiger Sicht zeigt sich eine deutliche Konjunkturabhängigkeit, wobei als Konjunkturfaktoren die Realzinsen sowie der Fachkräftemangel (jeweils negativ) und die Geschäftserwartungen (positiv) eine Rolle spielen. Hier kann vermutet werden, dass Finanzierungsrestriktionen auf Seiten des Staates (abgebildet durch den negativen Effekt des Zinssatzes) und ein Rückgang der Nachfrage nach staatlicher FuE-Finanzierung durch Unternehmen aufgrund der ungünstigen konjunkturellen Situation (Reduzierung von Zahl und Umfang von FuE-Projekten und damit auch des staatlichen Finanzierungsanteils) zusammenspielen. Dabei ist zu beachten, dass die staatliche Finanzierung von ziviler FuE in Deutschland überwiegend durch anteilige Zuschüsse des Staates (mit maximal 50 % der Projektkosten, meist aber weniger) erfolgt, während FuE-Aufträge (100 % Finanzierung durch den Staat) nur im militärischen Bereich eine große Rolle spielen. Dadurch kann der Staat, was zivile FuE in Unternehmen angeht, nur schwer als "automatischer Stabilisator" in Rezessionen auftreten, wenn die Unternehmen entscheiden, einzelne FuE-Projekte zur Gänze einzustellen.

Die Nachfrage nach **FuE-Personal** schwankt zwar ebenfalls mit der konjunkturellen Situation, die Konjunkturkomponente ist jedoch von geringerer Bedeutung als bei den FuE-Aufwendungen insgesamt. So reagiert der FuE-Personaleinsatz weniger stark auf eine 10-%ige Umsatzveränderung: Der Gesamtbestand an FuE-Personal wird kurzfristig um 1¼ % angepasst, langfristig um 3½ %. Der Einsatz von Wissenschaftlern (innerhalb des FuE-Personals) verändert sich kurzfristig um etwa 1½ %, langfristig um 3 %. Dies bestätigt die Vermutung, dass das intern von Unternehmen eingesetzte FuE-Personal stark den Charakter eines Wissenskapitalstocks hat, der auf Jahresbasis nur gering schwankt. So reagiert die Nachfrage FuE-Personal deutlich geringer auf Umsatz- und Produktivitätsveränderungen als die FuE-Aufwendungen insgesamt. Trotzdem beeinflussen verschiedene Konjunkturfaktoren diese Nachfrage, insbesondere die Lohnentwicklung für Industrieangestellte (negativ) und die Kapazitätsauslastung (positiv). Differenziert nach Wissenschaftlern und sonstigem FuE-Personal ohne Hochschulabschluss zeigt sich, dass die Lohnentwicklung vor allem die Nachfrage nach sonstigem FuE-Personal negativ beeinflusst.

Ein interessantes Ergebnis ist außerdem, dass die **weltweite Veränderung der Forschungsintensität** in einer Branche (FuE-Aufwendungen in Relation zum Umsatz im Durchschnitt aller OECD-Länder) einen negativen Einfluss auf die Veränderung der FuE-Aufwendungen der deutschen Unternehmen ausübt. Dies bedeutet, dass die FuE-Dynamik in Deutschland in den vergangenen 20 Jahren nicht vorrangig in den Branchen erfolgte, die international durch eine überdurchschnittlich kräftige FuE-Intensivierung charakterisiert sind (wie z.B. Instrumentenbau, Pharma), sondern in Branchen mit international stagnierender oder abnehmender FuE-Intensität (Metall, Elektronik/Medientechnik, Fahrzeugbau).

## (2) **Konjunktur und Innovationsbeteiligung von Unternehmen**

Die **Innovationsbeteiligung** westdeutscher Industrieunternehmen ist deutlich stärker von konjunkturellen Rahmenbedingungen beeinflusst als die Höhe der FuE-Aufwendungen. Dies gilt insbesondere, wenn die Konjunktüreinschätzungen der Unternehmen selbst (anstelle der durchschnittlichen Konjunktüreinschätzung in einer Branche) herangezogen werden: Nahezu alle Konjunkturindikatoren haben den erwarteten positiven Einfluss. Unternehmen mit einer positiven Einschätzung der aktuellen konjunkturellen Lage und mit positiven Konjunkturerwartungen sind eher bereit, Innovationstätigkeit neu aufzunehmen (wenn sie zuvor Nicht-Innovatoren gewesen waren), und umgekehrt gilt für Innovatoren, dass jene mit einer negativen Konjunktüreinschätzung eher auf die Durchführung von Innovationsprojekten ganz verzichten und so zu Nicht-Innovatoren werden.

Unter den spezifischen **konjunkturellen Rahmenbedingungen im jeweiligen Produktmarkt** erweisen sich die mittelfristigen Geschäftserwartungen der Unternehmen zu Beginn

des jeweiligen Jahres sowie die Kapazitätsauslastung am Ende des Vorjahrs als jene Konjunkturindikatoren, von denen der relativ stärkste Effekt auf die Entscheidung, ein neues Produkt bzw. einen neuen Prozess einzuführen ausgeht. Dass die Innovationsbeteiligung deutlich stärker von den konjunkturellen Rahmenbedingungen im Produktmarkt abhängt als die Entscheidung, die Höhe der FuE-Aufwendungen anzupassen, verwundert nicht. Denn FuE-Projekte lassen sich wegen der oft langen Projektlaufzeiten und der zusätzlichen Zeit, die zur Umsetzung der FuE-Ergebnisse in marktreife Produkte notwendig ist, weniger gut auf (erwartete) Nachfrageschwankungen abstimmen, während der Zeitpunkt der Marktplatzierung eines neuen Produkts ohne größere Schwierigkeiten an die konjunkturelle Situation angepasst werden kann.

Im Hinblick auf die **Innovationstätigkeit** zeigt sich das erwartete Bild, dass nämlich Produktinnovationen stärker von den Erwartungen über die Konjunkturentwicklung (Geschäftserwartungen) sowie von der Exportnachfrage und der Kapazitätsauslastung beeinflusst werden. Die Entscheidung zur Durchführung von Prozessinnovationen hängt dagegen von der aktuellen Geschäftslage und der Kapazitätsauslastung ab, Geschäftserwartungen und die Exportnachfrage üben keinen merklichen Einfluss aus. Dies bestätigt einerseits den unmittelbaren Zusammenhang zwischen konjunktureller Situation und dem Umfang der Prozessinnovationen und zeigt zum anderen die Zukunftsorientierung von Produktinnovationsaktivitäten. Denn für die Einführung neuer Produkte spielt das **richtige Timing** in Bezug auf die Konjunktur eine wesentliche Rolle: Werden neue Produkte in einer Phase expansiver Nachfrage auf den Markt gebracht, ist die Wahrscheinlichkeit einer (erwarteten) positiven Marktakzeptanz deutlich höher als bei einer kontraktiven Nachfrageentwicklung. Dies bedeutet gleichzeitig, dass die Vermittlung positiver Zukunftserwartungen die Produktinnovationstätigkeit stimulieren kann.

Das Innovationsverhalten der Unternehmen im Hinblick auf Innovationsziele, genutzte Innovationsimpulse und Innovationshemmnisse fügt sich in das Bild einer tendenziell prozyklischen Innovationstätigkeit: In Phasen starken Nachfragewachstums dominieren **Innovationsziele**, die auf den Eintritt in neue Marktsegmente ausgerichtet sind, sei es sektoral (Ausweitung der Produktpalette außerhalb des bisherigen Schwerpunkts) oder sei es regional. In rezessiven Phasen gewinnen dagegen defensive Ziele wie die Erhaltung des Marktanteils an Bedeutung. Auf der Prozessseite ist die Bedeutung von Rationalisierungszielen in konjunkturellen Schwächephasen durchgehend höher als in Hochkonjunkturphasen. Auf Seite der **Innovationsimpulse** gewinnen in konjunkturellen Schwächephasen die Wettbewerber als Impulsgeber relativ an Gewicht, was auf eine Verlagerung der Innovationstätigkeit hin zu weniger risikobehafteten Produktimitationen hindeutet, während Kunden - die durchweg die wichtigsten Impulsgeber sind - in der Tendenz in Phasen starken Nachfragewachstums überdurch-

schnittlich stark als Ideenlieferant genutzt werden. Die **Innovationshemmnisse** spiegeln sehr deutlich die konjunkturellen Übertragungsmechanismen der Finanzierungsmöglichkeiten und des Faktorangebots wider: Mangelndes Eigenkapital sowie eine geringe erwartete Rendite behindern Innovationsaktivitäten besonders in rezessiven Phasen, während der Fachkräftemangel in Hochkonjunkturphasen besonders kräftig als Hemmfaktor wirkt.

Der **Umsatzanteil**, den Unternehmen mit Produkten erzielen, die sich in der **Markteinführungsphase** befinden, wird im Wesentlichen durch das Vorjahresniveau dieses Umsatzanteils bestimmt. Die konjunkturelle Entwicklung übt über die aktuelle Geschäftslage sowie in geringerem Maß über die Geschäftserwartungen einen gewissen Einfluss aus. Die Entwicklung der Exportnachfrage hat ebenso wie die Kapazitätsauslastung keinen Effekt. Dies kann damit erklärt werden, dass Produktinnovationen zu einem guten Teil für konkrete Kunden bzw. direkt in deren Auftrag entwickelt werden und sich daher kein konjunkturbedingtes Absatzproblem für Produktneuheiten ergibt.

Anders ist dies beim Umsatzanteil mit Produkten in der **Wachstumsphase** des Produktlebenszyklus. Dieser ist in hohem Maß von der konjunkturellen Situation abhängig. Da Produkte in der Wachstumsphase, also Innovationen früherer Jahre, einen weitaus höheren Umsatzanteil als Produkte in der Markteinführungsphase bringen und somit für die Gesamterträge von Produktinnovationsaktivitäten maßgebend sind, ergibt sich insgesamt ein bedeutender Einfluss der Konjunktur auf den Innovationserfolg. Dieser erklärt auch, warum trotz geringer Konjunkturabhängigkeit der unmittelbaren Innovationsumsätze die Entscheidung, Produktinnovationen durchzuführen, von den Erwartungen über die Nachfrageentwicklung abhängen.

### (3) **FuE-Aufwendungen und Konjunktur im internationalen Vergleich**

Im **internationalen Vergleich** ist die konjunkturelle Abhängigkeit der FuE-Aufwendungen in Deutschland eher unterdurchschnittlich. Dies ist insofern beachtenswert, als in der Tendenz größere Länder eine höhere Konjunkturabhängigkeit der Wirtschafts-FuE zeigen als kleinere OECD-Länder. Eine Ausnahme stellt unter den kleinen Ländern Finnland dar, dessen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft sich bei kurzfristigen Konjunkturveränderungen stark anpasst. Unter den großen Ländern zeigt Deutschland gemeinsam mit Frankreich die geringste Konjunkturreakibilität der FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors. Eine einprozentige Änderung des gesamtwirtschaftlichen Produktionswerts resultiert in einer Änderung der FuE-Aufwendungen von nur etwas mehr als 0,1 %. Besonders hoch sind die konjunkturellen Anpassungen in den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Japan. FuE-Aufwendungen und Konjunktur laufen hier so stark wie in keinem anderen Land parallel (Anpassungskoeffizient von knapp 0,3), was allerdings vor der spezifischen konjunkturellen Entwicklung Japans in den vergangenen zwei Jahrzehnten zu sehen ist (kontinuierliches, hohes Wachstum bis An-

fang der 90er Jahre, seither anhaltende Stagnation). In Großbritannien ist die Konjunkturabhängigkeit mit 0,2 % ebenfalls deutlich höher als in Deutschland. Die USA liegen mit 0,15 % im Mittelfeld.

Die unterdurchschnittliche konjunkturelle Anpassung der FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft überrascht insofern, als Deutschland von der Branchenzusammensetzung seiner FuE-Aufwendungen her ein Schwergewicht in jenen Branchen aufweist, in denen die FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich in stärkerem Ausmaß auf konjunkturelle Änderungen reagieren. Am höchsten ist die kurzfristige Reaktion von FuE auf Veränderungen in der Produktion in der Elektrotechnik, der Chemie (ohne Pharma), im Maschinenbau und im Automobilbau. Dies alles sind Branchen, die in Deutschland einen höheren Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aufweisen als im Durchschnitt der OECD-Länder. In diesen überwiegend zur Hochwertigen Technologie zählenden Branchen ist die Produktionsanbindung von FuE vergleichsweise hoch, mitunter FuE ist auch ein integraler Bestandteil des Produktionsprozesses. Demgegenüber weisen Branchen der Spitzentechnologie (Pharma, Büromaschinen, Instrumentenbau, Flugzeugbau sowie große Teile der Elektronik/Medientechnik) weltweit eine deutlich niedrigere Beeinflussung durch kurzfristige Produktions- und Nachfrageschwankungen auf.

Differenziert nach Branchen erweisen sich insbesondere der Automobilbau und die Elektrotechnik in Deutschland als deutlich weniger konjunkturbeeinflusst in ihrem FuE-Verhalten als dieselben Branchen in anderen Ländern. Eine niedrige Konjunkturreagibilität weist Deutschland auch in den Branchen Flugzeugbau, Instrumente, Pharma und Elektronik/Medientechnik auf. Im Maschinenbau existiert zwar ein positiver Einfluss der Produktionswertveränderung, er ist jedoch niedriger als in Japan, den USA oder Großbritannien. Die einzige der größeren Branchen, in der Deutschland eine im internationalen Vergleich hohe Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen aufweist, ist die Chemieindustrie. Eine einprozentige Veränderung des Produktionswerts löst im Mittel eine Änderung der FuE von knapp 0,4 % aus. Einzig die US-amerikanische Chemieindustrie ist noch stärker konjunkturreagibel (Anpassungseffekt von über 0,6 %).

#### **(4) Veränderungen zwischen den 80er und 90er Jahren**

Die **Fluktuation in den FuE-Aufwendungen** der Unternehmen in Deutschland hat von den **80er Jahren zu den 90er Jahren** insgesamt **nicht zugenommen**. Gestiegen ist allerdings die Abhängigkeit von der Umsatzentwicklung der Unternehmen, d.h. FuE ist in den 90er Jahren unmittelbarer vom Produktionsvolumen und den internen Finanzierungsmöglichkeiten abhängig. In den 80er Jahren waren noch die Entwicklung der Realzinsen, die Geschäftserwartungen sowie der Fachkräftemangel wesentliche Übertragungsmechanismen, die in den 90er Jah-

ren kaum noch wirkten. Günstige Konjunkturerwartungen spielen für die Ausweitung von FuE heute eine geringere Rolle.

Dies kann u.a. damit erklärt werden, dass in den 90er Jahren die Zuverlässigkeit von Konjunkturprognosen - insbesondere durch die Zunahme an exogenen Schocks durch die erhöhte Internationalisierung der Wirtschaftsbeziehungen - und damit deren Informationsgehalt abgenommen hat. Waren die 80er Jahre durch ein im Wesentlichen stabiles, durch einen langfristigen Wachstumspfad gekennzeichnetes Konjunkturmilieu geprägt, gab es in den 90er Jahren in Deutschland viel häufiger kurzfristige, nicht vorhergesagte Konjunkturschwankungen. Wenn Konjunkturindikatoren an Aussagekraft für die Planungen der Unternehmen verlieren, ist es naheliegend, dass sich die Unternehmen vor allem auf die aktuelle Entwicklung des eigenen Unternehmens und der Nachfrage nach den eigenen Produkten als Grundlage für Zukunftserwartungen stützen.

Für die Innovationsbeteiligung sind nur wenig Änderungen in der Bedeutung von Konjunkturindikatoren zwischen den 80er und 90er Jahren zu beobachten. Ein merklicher Unterschied besteht allerdings darin, dass die **Exporterwartungen** als Faktor für Entscheidungen, Produktinnovationsaktivitäten aufzunehmen oder einzustellen, in den 90er Jahren an Einfluss gewonnen haben.

##### (5) Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen

Die **Anpassung der FuE-Aufwendungen** von kontinuierlich forschenden Unternehmen an die konjunkturellen Rahmenbedingungen ist in KMU größer als in Großunternehmen. Allerdings hat die Stetigkeit von FuE in KMU von den 80er zu den 90er Jahren zugenommen, während sie in Großunternehmen unverändert blieb. Die einzelnen konjunkturellen Einflussfaktoren zeigen zum Teil deutlich unterschiedliche Effekte: So reagieren forschende KMU in ihren FuE-Aufwendungen deutlich geringer auf eine Umsatzveränderung als größere Unternehmen. Eine 10-%ige Umsatzausweitung schlägt bei KMU kurzfristig in 1,4 % mehr FuE zu Buche, in Großunternehmen sind es 2,3 %. Die Umsatzelastizität der FuE-Aufwendungen ist bei KMU ein Phänomen der 90er Jahre, in den 80er Jahren ist kein Einfluss des Umsatzwachstums auf die Veränderung der FuE-Aufwendungen festzustellen. Dies ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass die Umsatzentwicklung auch ein Indikator für die Veränderung des Cashflows ist. Möglicherweise hat für KMU in den 90er Jahren die Finanzierungsquelle Cashflow an Bedeutung gegenüber einer Fremdfinanzierung gewonnen.

In **Großunternehmen** beeinflusst die Umsatzveränderung in beiden Dekaden die FuE-Entscheidungen, der Einfluss ist in den 90er Jahren jedoch etwas stärker geworden. Dahinter können mehrere Entwicklungen stehen: Erstens fand in Reaktion auf die Rezession 1993/94 - die auf Unternehmensebene häufig als ein Kostenproblem wahrgenommen wurde - eine **Neu-**

**ausrichtung von Konzernstrategien** statt. In der Tendenz wurde die bis dahin verfolgte Diversifizierungsstrategie durch eine Kernkompetenzstrategie abgelöst. Als Konsequenz trennten sich viele Konzerne von "Randaktivitäten". Dadurch wurden auch die entsprechenden FuE-Tätigkeiten eingestellt, und zwar durch Verkauf bzw. Stilllegung der betroffenen Sparten, aber auch durch eine Fokussierung der zentralen FuE auf die Kernbereiche. Eine zweite Quelle für stärkere konjunkturelle Schwankungen der FuE in Großunternehmen ist die zunehmende Verbreitung von **Benchmarking-Ansätze** zur Bestimmung der geeigneten Höhe der FuE-Aufwendungen stehen. Als ein zentrales Maß gilt in den meisten Branchen die Relation zwischen FuE-Aufwendungen und Umsatz. Versuchen nun Unternehmen, im Rahmen eines "FuE-Rennens" diese Relation an den Werten der Wettbewerber auszurichten und kurzfristig konstant zu halten, ergibt sich bei einer Umsatzänderung ein gleichgerichteter Anpassungsbedarf bei den FuE-Aufwendungen. Drittens trug schließlich auch der Prozess der **Auflösung von zentralen Forschungsabteilungen** und die Aufteilung der FuE-Kapazitäten auf die Geschäftsbereiche zu einer stärkeren Verbindung zwischen FuE einerseits und den Finanzierungsmöglichkeiten der Geschäftsbereiche (und damit der Nachfrageentwicklung im Produktmarkt) bei.

Forschende KMU lassen sich in ihren FuE-Entscheidungen stärker von den Geschäftserwartungen in ihrem Produktmarkt leiten als Großunternehmen, welche eher auf die aktuelle Kapazitätsauslastung reagieren. Der negative Effekt der Reallohnentwicklung auf die Höhe der FuE-Aufwendungen ist nur in Großunternehmen zu beobachten, und auch hier nur in den 90er Jahren. Die Exportorientierung übt für beide Größengruppen einen positiven Effekt aus. Der für die Gesamtheit der forschenden Unternehmen festzustellende negative Einfluss der weltweiten Forschungsintensität in einer Branche auf die Entwicklung der FuE-Aufwendungen gilt nur für KMU: Deutsche forschende KMU setzen mit ihren FuE-Anstrengungen überdurchschnittlich stark in jenen Branchen Akzente, in denen international wenig intensiv geforscht wird, d.h. in Gebieten außerhalb der Spitzentechnologie (und insbesondere auch in den nicht-forschungsintensiven Branchen).

Der konjunkturelle Einfluss auf die **Innovationsbeteiligung** ist bei KMU ebenfalls stärker ausgeprägt, die Persistenz von Innovationsaktivitäten ist bei Großunternehmen erwartungsgemäß höher. KMU werden bei der Entscheidung, Innovationstätigkeiten aufzunehmen oder einzustellen relativ stärker von der aktuellen Geschäftslage beeinflusst, während der Einfluss der Geschäftserwartungen in Großunternehmen höher ist als für KMU. Zwischen den 80er und 90er Jahren sind nur wenig Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung konjunktureller Einflussfaktoren festzustellen. Ein wesentlicher Unterschied betrifft die Bedeutung der Exportorientierung des Unternehmens sowie der Einschätzung der Exportentwicklung. Für beide nimmt der positive Einfluss auf die Innovationsbeteiligung in den 90er Jahren zu.

KMU sind in ihrem **Innovationserfolg** eher von einem konjunkturell günstigen Umfeld abhängig als Großunternehmen. Dies spiegelt einerseits deren fehlende Marktmacht wider, reflektiert zum anderen aber auch den Umstand, dass KMU für die Vermarktung neuer Produkte oftmals erst neue Kunden gewinnen müssen, während Großunternehmen tendenziell in ihrem angestammten Abnehmerkreis Produktinnovationen vermarkten können.

## 8.2 *Schlussfolgerungen*

Das FuE- und Innovationsverhalten der Unternehmen in der westdeutschen Industrie ist durch konjunkturelle Faktoren beeinflusst. Der Einfluss ist fast durchweg prozyklisch. Im internationalen Vergleich ist er allerdings - was die FuE-Aufwendungen betrifft - wesentlich schwächer als in fast allen anderen entwickelten Industrieländern. Dies ist insbesondere deshalb bemerkenswert, da in der deutschen Industrie stärker konjunkturabhängige Branchen ein sehr hohes Gewicht für die gesamten FuE-Aktivitäten haben.

Für die Anpassung der Höhe der FuE-Ausgaben ist die Veränderung des Umsatzes von der größten Bedeutung. Ebenfalls einen merklichen Einfluss üben die Faktorpreise, insbesondere die Lohnentwicklung aus, wobei Reallohnerhöhungen zu sinkenden FuE-Aufwendungen und einem verringerten FuE-Personaleinsatz führen. Für die Innovationsbeteiligung spielt die Faktorpreisentwicklung dagegen keine Rolle. Die Entscheidung, in Innovationsprojekte einzusteigen bzw. die Innovationsaktivitäten (vorübergehend) einzustellen, wird vielmehr von den konjunkturellen Rahmenbedingungen im jeweiligen Produktmarkt beeinflusst, d.h. das richtige Timing in Bezug auf die Konjunktur ist entscheidend: Werden neue Produkte in einer Phase expansiver Nachfrage auf den Markt gebracht, ist die Wahrscheinlichkeit einer positiven Marktakzeptanz deutlich höher als bei einer kontraktiven Nachfrageentwicklung. Dem Export (und damit der konjunkturellen Entwicklung in ausländischen Absatzmärkten) kommt als Treiber für Innovationen und FuE in den 90er Jahren eine steigende Bedeutung zukommt.

KMU reagieren auf Änderungen in den konjunkturellen Rahmenbedingungen stärker als Großunternehmen. Dies bedeutet, dass FuE- und Innovationsaktivitäten in KMU weniger kontinuierlich sind und enger mit dem Konjunkturverlauf schwanken. Für die Innovationsbeteiligung der KMU spielt eher die aktuelle konjunkturelle Situation eine Rolle, während Großunternehmen sich tendenziell an den mittelfristigen Nachfrageerwartungen orientieren, in Bezug auf FuE-Aufwendung von kontinuierlich forschenden Unternehmen ist allerdings der umgekehrte Zusammenhang zu beobachten.

Die durch konjunkturelle Schwankungen hervorgerufenen Fluktuationen in den FuE-Aktivitäten und der Innovationsbeteiligung der Unternehmen können Anpassungskosten bei den Unternehmen hervorrufen (z.B. Kosten des Abbaus und Wiederaufbaus von FuE-

Ressourcen), die langfristig die Effizienz von FuE- und Innovationsprozessen - im Vergleich zu einer gleichmäßigen Auslastung der FuE-Ressourcen - verringern können (z.B. durch Verlust an Wissen und technologischen Kompetenzen). Für die Forschungs- und Innovationspolitik ergeben sich aus den oben diskutierten Befunden verschiedene Schlussfolgerungen:

- Eine Vermeidung der konjunkturell bedingten kurzfristigen Anpassungen von FuE- und Innovationsaktivitäten in Unternehmen durch staatliche Maßnahmen im Sinn einer "Feinsteuerung" zur Abfederung von FuE-Zyklen erscheint nicht sinnvoll. Da die unternehmerischen Anpassungen ökonomischer Rationalität folgen, würden solche gezielten antizyklischen Maßnahmen ein hohes Interventionsniveau erfordern, dessen Effizienz fraglich und dessen Wirkung auf andere Unternehmensaktivitäten ungewiss ist.
- Allerdings sollte der Staat es auch unterlassen, zusätzlich destabilisierend zu wirken, indem er selbst eine prozyklische Förderpolitik betreibt. Demgegenüber sollten in der Forschungs- und Innovationspolitik eine langfristige Orientierung und eine über Konjunkturzyklen hinweg gleichmäßige jährliche Ausstattung von Förderprogrammen gestärkt werden. Im Rahmen staatlicher Kreditprogramme wirkt eine laufende Anpassung der Konditionen an die Marktzinsen (d.h. eine konstante Differenz zwischen staatlichen und privaten Kreditkonditionen) entsprechend stabilisierend.
- Eine Konjunkturpolitik im Sinn einer Politik zur Stabilisierung und Förderung des wirtschaftlichen Wachstums, sollte als ein Beitrag zu einer erfolgreichen Innovationspolitik gesehen werden. Denn positive Konjunkturerwartungen stimulieren FuE- und Innovationsaktivitäten, wenngleich sie keineswegs alleine ausreichen, um ein Mehr an Investitionen in FuE und Innovationen auszulösen. Negative konjunkturelle Signale schränken demgegenüber die Bereitschaft, in FuE und Innovationen zu investieren, ein.
- Besonderes Augenmerk sollten den KMU geschenkt werden. Sie sind durch konjunkturelle Schwankungen mehrfach und stärker als Großunternehmen in ihren FuE- und Innovationsaktivitäten beeinflusst. Ansatzpunkte für eine Erhöhung der Persistenz von FuE- und Innovationsaktivitäten von KMU auch in konjunkturell schwachen Phasen liegen vor allem im Finanzierungsbereich. Eine Breitenförderung von FuE in KMU, die in ihrer Ausgestaltung auch bei KMU mit Verlusten wirkt, wäre hierfür ein taugliches Instrument. Zu prüfen wäre auch, inwieweit KMU von konjunkturell bedingten Kürzungen in der staatlichen FuE-Förderung ausgenommen werden können.
- Für KMU spielen allerdings auch antizyklische konjunkturelle Effekte eine Rolle, wenngleich diese - mit Ausnahme des Jahres 2000 - insgesamt von eher geringer Bedeutung sind. Dabei kann der Fachpersonalmangel in Hochkonjunkturzeiten zu einer Verringerung

der Innovationsaktivitäten führen. Um solche Effekte möglichst gering zu halten, ist eine langfristig orientierte Bildungspolitik im Bereich der Hochqualifizierten notwendig.

Für die aktuelle konjunkturelle Situation in Deutschland, die Anfang 2004 durch nunmehr drei Jahre der wirtschaftlichen Stagnation bei verhalten optimistischen Zukunftsaussichten, jedoch einer weiterhin fehlenden Perspektive für einen kräftigen Aufschwung geprägt ist, können aus den vorliegenden Ergebnisse einige Vermutungen über das FuE- und Innovationsverhalten der Unternehmen gezogen werden:

- Die Mehrzahl der Faktoren spricht dafür, dass die derzeitige Konjunkturschwäche in geringeren Ausmaß als die Rezessionen Anfang der 80er und vor allem Anfang der 90er Jahre negativ auf FuE- und Innovationsentscheidungen wirken. Erstens ist die Innenfinanzierungssituation der meisten Unternehmen günstiger als in vorangegangenen Schwächephasen, d.h. die weit überwiegende Zahl der Unternehmen schreibt trotz Absatzrückgangs Gewinne. Gleichzeitig scheinen zweitens Konjunkturerwartungen heute eine insgesamt geringere Rolle für FuE- und Innovationsentscheidungen zu spielen. Orientieren sich Unternehmen stärker an ihrer eigenen aktuellen (d.h. im Schnitt vergleichsweise günstigen) Situation und nicht an den als ungünstig wahrgenommenen Erwartungen und Rahmenbedingungen, sollten weniger starke Revisionen der FuE- und Innovationspläne nach unten erfolgen, als dies etwa 1992-94 der Fall war.
- Die zunehmende Internationalisierung ist als ein weiterer stabilisierender Faktor zu werten. Erstens hat die Exportnachfrage als Konjunkturfaktor an Bedeutung gewonnen. Und von ihr gehen eher positive Konjunktursignale aus als von der Binnenmarktnachfrage. Außerdem trägt zweitens die zunehmende Orientierung der Unternehmen an dem Verhalten ihrer Wettbewerber im Ausland zu einer indirekten Übertragung der - insgesamt höheren - FuE- und Innovationsdynamik in anderen Märkten auf Deutschland bei.
- Ein gewichtiger Punkt, der allerdings gegen eine relativ geringe Konjunkturabhängigkeit des aktuellen FuE- und Innovationsverhaltens deutscher Unternehmen spricht, ist die zunehmend engere Bindung von FuE und Innovation an die Umsatzentwicklung. Diese wurde im Abschwung seit 2001 durch die Ausweitung des Exports gestützt. Wenn diese Stütze versagt oder aus anderen Gründen ein deutlicher realer Umsatzrückgang stattfindet, sind unmittelbar negative Wirkungen auf die FuE- und Innovationstätigkeit zu erwarten.

## 9 Literatur

- Arellano, M., S. Bond (1991), Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations, *Review of Economic Studies* 58, 277-297.
- Baltagi, B.H. (2001), *Econometric Analysis of Panel Data*, Chichester, John Wiley & Sons.
- Beise, M., T. Cleff, O. Heneric, C. Rammer (2002), *Lead Markt Deutschland - Zur Position Deutschlands als führender Absatzmarkt für Innovationen* (= ZEW-Dokumentation 02-02), Mannheim, ZEW.
- Belitz, H. (2004), *Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen* (= Studien zum deutschen Innovationssystem 8-04), Berlin, DIW.
- Brockhoff, K.K., A.W. Pearson (1998), R&D Budgeting Reactions to a Recession, *Management International Review* 38, 363-376.
- Cohen, W. (1995), Empirical Studies of Innovative Activity, in: P. Stoneman (Hrsg.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, Cambridge, 182-264.
- Cohen, W.M., D. Levinthal (1989), Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *Economic Journal* 99, 569-596.
- Cohen, W.M., D. Levinthal (1990), Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly* 35, 128-158.
- Czarnitzki, D., K. Kraft (2003), Unternehmensleitung und Innovationserfolg, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 223, 641-658.
- Czarnitzki, D., K. Kraft (2004), Management Control and Innovative Activity, *Review of Industrial Organization* (in Druck).
- Dosi, G. (1997), Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change, *Economic Journal* 107, 1530-1547.
- Freeman, C., L. Soete (1997), *The Economics of Industrial Innovation*, 3. Aufl., London.
- Gehrke, B., H. Legler, H. Kohlmann, M. Leidmann (2004), *Technologische Dienstleistungen in der Zahlungsbilanz. Deutschlands Position, aktuelle Entwicklungen und Interpretation* (= Studien zum deutschen Innovationssystem 19-04), Hannover, NIW.
- Geroski, P., C.F. Walters (1995), Innovative Activity over the Business Cycle. *Economic Journal* 105, 916-928.
- Geroski, P., J. van Reenen, C.F. Walters (1997), How Persistently do Firms Innovate? *Research Policy* 26, 33-48.
- Geroski, P., S. Machin (1993), Innovation, Profitability and Growth over the Business Cycle. *Empirica*, 20, 33-50.

- Gottschalk, S., N. Janz (2003), Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit, in: N. Janz, G. Licht (Hrsg.), *Innovationsforschung heute. Die Mannheimer Innovationspanels*, Baden-Baden, Nomos, 17-39.
- Grenzmann, C. (2004), FuE im globalen Umfeld. Zunahme der Flechtung deutscher Unternehmen. *FuE-Info* 1/2004 (in Druck)
- Guellec, D., B. van Pottlesberghe de la Potterie (2001), *R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries*, Paris, OECD.
- Guellec, D., E. Ioannidis (1999), Causes of Fluctuations in R&D Expenditures: A Quantitative Analysis, *OECD Economic Studies* 29, 123-138.
- Hall, B.H., J. Mairesse (1995), Exploring the Relationship between R&D and Productivity Growth in French Manufacturing Firms, *Journal of Econometrics* 65, 263-293.
- Harhoff, D. (1998), Are There Financing Constraints for R&D and Investment in German Manufacturing Firms, *Annales d'Économie et de Statistique* 49/50, 421-456.
- Himmelberg, C., B. Peterson (1994), R&D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries, *Review of Economics and Statistics* 76, 38-51.
- Horowitz, I. (1962), Firm Size and Research Activity, *Southern Economic Journal* 28, 298-301.
- Kondratieff, N.D. (1935), The long waves in economic life, *Review of Economic Studies* 17, 105-115.
- Le Bas, C. (2001), *How Variations of Economic Activity Can Push or Pull Innovative Activity: A Survey*, Lyon, Centre Walras, Université Lyon 2.
- Lee, C.-Y. (2003), A simple theory and evidence on the determinants of R&D, *Economics of Innovation and New Technology* 12, 385-395.
- Legler, H., B. Gehrke, C. Grenzmann, M. Leidmann, R. Marquardt, U. Schasse (2003), *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft* (= Studien zum deutschen Innovationssystem 10-04), Hannover und Essen: NIW und Stifterverband.
- Legler, H., H. Belitz, B. Gehrke, C. Grenzmann, R. Marquardt (2002), *Industrieforschung in Deutschland. Positionen im internationalen Vergleich* (= Materialien zur Wirtschaftsstatistik 12), Essen: Stifterverband.
- Levin, R.C., W.M. Cohen, D.C. Mowery (1985), R&D Appropriability, Opportunity, and Market Structure: New Evidence on the Schumpeterian Hypotheses, *American Economic Review* 75, Papers and Proceedings, 20-24.
- Lindlbauer, J.D. (1989), Konjunkturtest, in: K.H. Oppenländer, G. Poser (Hrsg.), *Handbuch der Ifo-Umfragen*, Berlin, 122-187.
- Lindlbauer, J.D. (1995), Ausgewählte Einzelindikatoren, in: K.H. Oppenländer (Hrsg.), *Konjunkturindikatoren*, München, Wien, 70-83.
- Mensch, G. (1979), *The Stalemate in Technology*, Cambridge, Ballinger.

- OECD (1992), *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data (Oslo Manual)*, Paris, OECD.
- OECD (1996), *The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data (Oslo Manual)*, 2nd Edition, Paris, OECD.
- Penzkofer, H. (2003), Innovationsaktivität in der Industrie 2001/2002: Leichter Rückgang auf hohem Niveau, *ifo Schnelldienst* 56, 24-29.
- Penzkofer, H., H. Schmalholz (1999), *Innovationsverhalten der deutschen Industrie, Ergebnisse des ifo Innovationstests 1990-1997* (= ifo Studien zur Innovationsforschung 5), München, ifo Institut für Wirtschaftsforschung.
- Pesaran, M.H., Y. Shin, R.J. Smith (1998), Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association* 94, 621-634.
- Phillips, K.L. (1993), Quality Ladders, Growth, and R&D: An Assessment from U.S. Industry, *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy* 38, 239-273.
- Rammer, C., W. Polt, G. Licht, J. Egel, A. Schibany, A. Fier (2004), *Internationale Trends in der Forschungs- und Innovationspolitik. Fällt Deutschland zurück?* (= ZEW-Wirtschaftsanalysen 73), Baden-Baden, Nomos.
- SVR (1968), *Jahresgutachten*, Bonn, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.
- Saint-Paul, G. (1993), Productivity Growth and the Structure of the Business Cycle, *European Economic Review*, 861-883.
- Scherer, F.M. (1965), Firm Size, Market Structure, Opportunity and the Output of Patented Inventions, *American Economic Review* 55, 1097-1125.
- Scherer, F.M. (1967), Market Structure and the Employment of Scientists and Engineers, *American Economic Review* 57, 524-531.
- Schmalholz, H., H. Penzkofer (1993), *Innovationsaktivitäten der deutschen Industrie, Entwicklung der Innovationsindikatoren vor dem Hintergrund der Rahmen- und Standortbedingungen der achtziger Jahre* (= ifo Studien zur Industriewirtschaft 45), München, ifo Institut für Wirtschaftsforschung.
- Schmalholz, H., L. Scholz, J. Gürtler (1985), *Innovation in der Industrie, Struktur und Entwicklung der Innovationsaktivitäten 1979-1982* (= ifo Studien zur Industriewirtschaft 28), München, ifo Institut für Wirtschaftsforschung.
- Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge/Ma., MIT Press.
- Schumacher, D., H. Legler, B. Gehrke (2003), *Marktergebnisse bei forschungsintensiven Waren und wissensintensiven Dienstleistungen: Außenhandel, Produktion und Beschäftigung* (= Studien zum deutschen Innovationssystem 18-03), Berlin, Hannover, DIW und NIW.
- Schumpeter, J. (1934), *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 4. Auflage, Berlin, Duncker & Humblot.

- Smolny, W. (2003), Determinants of Innovation Behaviour and Investment. Estimates for West-German Manufacturing Firms, *Economics of Innovation and New Technology* 12, 449-463.
- Tichy, G. (1976), *Konjunkturschwankungen. Theorie, Messung, Prognose*, Heidelberg, New York, Springer.
- Tichy, G. (1994), *Konjunktur. Stilisierte Fakten, Theorie, Prognose*. 2. Auflage, Berlin et al., Springer.
- Williamson, O.E. (1965), Innovation and Market Structure, *Journal of Political Economy* 73, 67-73.
- Wooldridge, J.M. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge/Ma., MIT Press.
- Zolnierok, J.M. (1998), Firm Level Behavior in Repeated R&D Races, *Eastern Economic Journal* 24, 293-308.

## 10 Anhang

**Tab. 10-1:** *Veränderung der Komponenten der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Westdeutschland 1979-1999 nach Konjunkturperioden, differenziert nach Branchen-  
gruppen (durchschnittliche jährliche Veränderungsrate zu konstanten Preisen von  
1991 in %)*

### a. Automobilbau

	79-83	83-87	87-91	91-95	97-99 <sup>a</sup>
gesamte FuE-Aufwendungen	7,5	7,4	7,3	2,7	16,1
Finanzierung durch die Wirtschaft	8,0	7,8	7,4	2,8	16,3
Finanzierung durch den Staat	-13,6	-12,2	8,6	8,8	3,6
Finanzierung durch das Ausland	-16,6	28,3	-6,9	-66,5	-2,3
interne FuE-Aufwendungen gesamt	6,7	7,5	5,7	2,0	13,4
interne FuE-Aufwendungen für Personal	5,7	4,9	7,3	3,9	7,8
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	7,6	9,0	6,1	1,8	17,3
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	9,5	15,5	-2,6	-10,8	39,3
externe FuE-Aufwendungen	18,2	6,4	21,3	6,7	26,5
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	13,2	17,7	21,0	4,6	29,5
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	29,4	-24,1	22,1	21,7	-4,6
externe FuE-Aufträge an das Ausland	8,3	21,8	23,0	2,9	33,7

### b. Maschinenbau

	79-83	83-87	87-91	91-95	95-99
gesamte FuE-Aufwendungen	-5,6	10,8	2,4	-5,2	1,8
Finanzierung durch die Wirtschaft	-5,8	11,7	2,6	-4,9	1,3
Finanzierung durch den Staat	-2,5	-1,0	-3,5	-14,2	9,3
Finanzierung durch das Ausland	-0,3	-13,1	41,5	-14,0	28,6
interne FuE-Aufwendungen gesamt	-5,7	11,1	2,1	-5,6	1,9
interne FuE-Aufwendungen für Personal	-5,1	11,2	1,0	-5,0	2,1
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	-5,4	9,8	4,7	-6,8	0,6
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	-11,6	16,1	1,8	-6,2	4,5
externe FuE-Aufwendungen	-2,5	2,1	13,2	1,7	0,8
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	-5,3	-1,7	19,3	-3,2	2,3
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	21,3	8,8	0,2	24,9	-2,3
externe FuE-Aufträge an das Ausland	1,0	17,4	-7,0	6,7	-0,1

**c. Chemische Industrie (exkl. Pharma)**

	79-83	83-87	87-91	91-95	95-99
gesamte FuE-Aufwendungen	4,5	5,0	0,2	-4,9	0,1
Finanzierung durch die Wirtschaft	4,4	5,7	0,4	-4,8	-0,5
Finanzierung durch den Staat	5,0	-11,3	-9,2	-14,4	2,7
Finanzierung durch das Ausland	21,3	6,3	3,1	-3,9	35,1
interne FuE-Aufwendungen gesamt	4,3	4,9	0,3	-5,4	-0,8
interne FuE-Aufwendungen für Personal	3,2	4,6	0,2	-4,7	-2,7
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	6,8	4,7	2,1	-5,8	0,7
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	4,3	7,1	-4,8	-8,7	6,6
externe FuE-Aufwendungen	10,7	8,1	-3,0	5,8	20,2
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	-4,1	16,6	-16,4	23,5	47,5
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	3,9	9,6	2,7	-18,8	3,9
externe FuE-Aufträge an das Ausland	32,5	2,0	1,7	8,1	7,5

**d. Pharma**

	79-83	83-87	87-91	91-95	95-99
gesamte FuE-Aufwendungen	-1,8	8,2	4,0	-3,4	14,3
Finanzierung durch die Wirtschaft	-1,5	8,1	4,2	-3,3	14,0
Finanzierung durch den Staat	-15,7	11,9	-5,0	-7,1	23,6
Finanzierung durch das Ausland	-3,5	85,6	-23,5	-23,0	146,3
interne FuE-Aufwendungen gesamt	-2,6	8,3	2,9	-4,1	12,8
interne FuE-Aufwendungen für Personal	-3,3	8,4	2,6	-4,4	8,0
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	-2,7	7,8	5,3	-2,1	18,8
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	1,9	9,0	-3,0	-10,2	19,3
externe FuE-Aufwendungen	5,4	8,0	11,2	0,2	19,0
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	-3,8	11,8	8,6	2,9	32,1
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	6,5	-1,1	6,1	-3,5	-3,4
externe FuE-Aufträge an das Ausland	32,9	10,5	18,5	-1,4	3,0

**e. Elektrotechnik**

	79-83	83-87	87-91	91-95	97-99 <sup>a</sup>
gesamte FuE-Aufwendungen	-3,8	10,9	5,5	-4,0	4,9
Finanzierung durch die Wirtschaft	-4,1	12,0	8,0	-3,8	4,7
Finanzierung durch den Staat	-4,9	5,4	-24,2	-11,7	9,7
Finanzierung durch das Ausland	41,5	-7,2	-17,0	-1,7	54,4
interne FuE-Aufwendungen gesamt	-3,7	11,1	4,4	-3,4	5,5
interne FuE-Aufwendungen für Personal	-3,6	9,2	3,4	-3,5	4,2
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	-4,6	11,5	6,9	-0,3	6,3
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	-0,6	28,5	4,2	-13,6	13,8
externe FuE-Aufwendungen	-6,0	6,0	23,7	-11,9	-6,0
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	-12,4	6,4	23,5	-13,4	-5,8
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	-7,0	7,7	48,8	-6,5	-5,3
externe FuE-Aufträge an das Ausland	38,5	4,3	-7,0	-30,2	-20,2

**f. Elektronik/Nachrichtentechnik**

	79-83	83-87	87-91	91-95	95-99
gesamte FuE-Aufwendungen	3,8	13,2	-3,5	-2,6	5,8
Finanzierung durch die Wirtschaft	4,2	13,9	-3,5	-2,6	5,4
Finanzierung durch den Staat	1,2	7,2	-10,5	-6,4	12,2
Finanzierung durch das Ausland	0,8	8,5	11,3	2,8	8,3
interne FuE-Aufwendungen gesamt	1,1	13,6	-3,3	-3,0	6,8
interne FuE-Aufwendungen für Personal	-0,4	11,5	-2,3	-2,9	8,7
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	4,5	12,4	-2,4	0,0	3,9
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	1,4	31,3	-9,8	-15,5	4,9
externe FuE-Aufwendungen	77,0	9,3	-6,1	1,8	-3,8
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	67,2	6,6	-3,0	4,5	-2,7
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	95,4	11,6	-12,6	-4,3	-2,3
externe FuE-Aufträge an das Ausland	∞	25,9	23,8	6,5	-15,0

**g. Computerbau, Instrumentenbau, sonstiger Fahrzeugbau**

	79-83	83-87	87-91	91-95	95-99
gesamte FuE-Aufwendungen	0,5	9,5	14,4	-5,2	-1,3
Finanzierung durch die Wirtschaft	7,1	10,5	14,0	-3,8	-4,0
Finanzierung durch den Staat	-3,0	8,8	10,0	-5,5	2,3
Finanzierung durch das Ausland	-17,5	1,0	43,5	-12,2	9,8
interne FuE-Aufwendungen gesamt	0,2	9,9	12,2	-3,8	-2,5
interne FuE-Aufwendungen für Personal	1,7	13,0	9,5	-1,7	-0,2
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	-1,7	4,7	15,6	-3,9	-9,2
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	2,0	14,0	17,8	-24,0	12,9
externe FuE-Aufwendungen	3,7	4,3	38,6	-23,8	9,9
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	2,6	2,6	33,9	-24,8	5,4
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	-5,6	41,3	40,3	-16,2	-9,6
externe FuE-Aufträge an das Ausland	10,9	-4,7	54,8	-29,0	53,9

**h. sonstiges verarbeitendes Gewerbe**

	79-83	83-87	87-91	91-95	95-99
gesamte FuE-Aufwendungen	-4,2	11,4	-0,7	-3,7	2,7
Finanzierung durch die Wirtschaft	-5,1	12,6	-0,8	-1,9	2,6
Finanzierung durch den Staat	3,4	1,9	-1,9	-26,4	2,8
Finanzierung durch das Ausland	24,0	21,8	-5,5	-6,8	2,1
interne FuE-Aufwendungen gesamt	-4,3	12,0	-1,6	-3,3	2,6
interne FuE-Aufwendungen für Personal	-6,4	15,4	-2,7	-2,6	2,2
interne FuE-Aufwendungen Sachmittel	-0,5	10,0	0,0	-6,4	3,7
interne FuE-Aufwendungen Investitionen	-3,2	2,7	0,1	1,9	3,6
externe FuE-Aufwendungen	-3,1	1,6	15,9	-24,1	8,2
externe FuE-Aufträge an inländische Unternehmen	-11,8	7,3	16,9	-2,1	6,2
externe FuE-Aufträge an Wissenschaft (Inland)	-7,4	15,2	10,0	45,9	2,9
externe FuE-Aufträge an das Ausland	36,6	-15,8	15,9	-2,1	-4,4

a Im Automobilbau und in der Elektrotechnik fand zwischen 1995 und 1997 ein Branchenwechsel eines Großunternehmens statt, wodurch die Veränderungsdaten zwischen 1995 und 1997 verzerrt sind. Zum besseren Vergleich wird für diese beiden Branchen daher nur der Zeitraum 1997 bis 1999 betrachtet.

Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebungen - Berechnungen des SV und ZEW.

**Tab. 10-2: Determinanten der Höhe der FuE-Aktivitäten von Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1981-2001, differenziert nach Komponenten der FuE-Aktivitäten<sup>d)</sup>**

	FuE gesamt	FuE intern	FuE extern gesamt	FuE extern Inland	FuE extern Ausland	FuE-Unternehmen	FuE-Finanzierung Staat	FuE-Finanzierung Ausland	FuE-Personal gesamt	FuE-Personal Wissenschaftler
$\ln F_{i,t-2} (\hat{\cdot})$	0,420 ***	0,437 ***	0,452 ***	0,454 ***	0,463 ***	0,429 ***	0,382 ***	0,407 ***	0,562 ***	0,495 ***
$\ln BES_{i,t-2} (\hat{\cdot})$	0,234 ***	0,305 ***	-0,142 ***	-0,317 *	0,001	0,284 ***	-0,068	-0,017	0,091 **	0,169 ***
$\ln PRD_{i,t-2} (\hat{\cdot})$	0,132 ***	0,214 ***	-0,166 ***	-0,284	0,081	0,139 **	0,280	0,002	0,096 **	0,098 **
$AUMS_{i,t-2} (\hat{\cdot})$	0,209 ***	0,278 ***	-0,097 ***	-0,216	0,034	0,243 ***	0,117	-0,001	0,115 ***	0,156 ***
$LOHN_{ijt-2}$	-0,295 ***	-0,367 ***	-0,625 *	-0,490	-0,033	-0,261 ***	0,441	-0,067	-0,207 ***	-0,146 *
$ZINS_{ijt-2}$	-0,181 **	-0,238 ***	0,197	0,185	0,046	-0,181 **	-0,590 **	0,021	-0,069	-0,010
$ERWA_{ikt-2} (\hat{\cdot})$	0,010	0,014	0,060	0,053	0,002	0,011	0,067 *	0,001	0,001	0,002
$KAPA_{ikt-2} (\hat{\cdot})$	0,212 **	0,193 *	-0,088	-0,137	-0,034	0,133	0,485	-0,047	0,151 *	0,167 **
$MANG_{ikt-2} (\hat{\cdot})$	-0,014	-0,064	0,190	0,248	0,001	0,029	-0,675 ***	-0,003	-0,057	-0,027
$FINT_{ijt-2}$	-0,623 **	-0,466 *	-1,103	-1,305	-0,456	-0,812 ***	0,682	0,053	0,118	0,101
$FDYN_{ijt-2}$	0,016	0,053	-0,055	-0,056	0,042	0,014	0,213	0,008	0,042	0,112 ***
$WETT_{ijt-2}$	-0,056	-0,034	-0,197	-0,165	0,028	-0,070	-0,401 **	-0,012	-0,034	-0,055
$NFSP_{ijt-2}$	-0,015	-0,022	0,141	0,129	0,002	0,008	0,245 **	-0,001	0,031	0,026
$EXPQ_{ijt-2} (\hat{\cdot})$	0,969 ***	0,859 ***	0,541	0,676	-0,314	0,960 ***	4,690 ***	0,092	0,400 ***	0,595 ***
Konstante	0,001	-0,003	0,079 ***	0,081 ***	0,008 *	0,001	-0,066 ***	0,004	0,002	-0,011
Zahl der ... Beobachtungen	13.251	13.251	13.251	13.251	13.251	13.251	13.251	13.251	13.251	13.251
... Unternehmen	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431
Wald $\chi^2$ -Test (14 Freiheitsgrade)	567	574	771	744	686	590	885	2.646	635	578

a) Parameterschätzwerte von zweistufig geschätzten Arellano-Bond-Modellen; predeterminierte, d.h. von vorangegangenen stochastischen Schocks beeinflusste Variablen, sind mit ( $\hat{\cdot}$ ) gekennzeichnet, wobei bis zu drei Lags der unabhängigen Variablen berücksichtigt sind; die Ergebnisse beziehen sich nur auf kontinuierlich forschende Unternehmen; bis 1995: westdeutsche Unternehmen, ab 1995: alle Unternehmen in Deutschland

\*\*\* (\*\*) [\*]: signifikant bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von kleiner 1 (5) [10] %

Quelle: FuE-Erhebungen des Stifterverbands. - Berechnungen des ZEW.

**Tab. 10-3: Determinanten der Höhe der gesamten FuE-Aufwendungen von Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1981-2001, differenziert nach Unternehmensgröße und Zeitraum<sup>a)</sup>**

	alle Unter- nehmen 1981-2001	bis 249 Be- schäftigte 1981-2001	ab 250 Beschäft- igte 1981-2001	alle Unter- nehmen 1981-1991	alle Unter- nehmen 1991-2001	bis 249 Be- schäftigte 1981-1991	bis 249 Be- schäftigte 1991-2001	ab 250 Beschäft- igte 1981-1991	ab 250 Beschäft- igte 1991-2001
$\ln F_{i,t-2} (\wedge)$	0,420 ***	0,303 ***	0,391 ***	0,353 ***	0,391 ***	0,235 ***	0,304 ***	0,363 ***	0,353 ***
$\ln BES_{i,t-2} (\wedge)$	0,234 ***	0,179 ***	0,320 ***	0,005	0,122 **	0,114	0,106 *	0,167	0,331 ***
$\ln PRD_{i,t-2} (\wedge)$	0,132 ***	0,065	0,167 ***	0,082	0,039	0,120	0,033	0,143	0,136 **
$AUMS_{i,t-2} (\wedge)$	0,209 ***	0,136 ***	0,234 ***	0,032	0,116 **	0,065	0,096 **	0,189 *	0,213 ***
$LOHN_{ij,t-2}$	-0,295 ***	-0,130	-0,353 ***	-0,198	-0,118	0,131	0,036	-0,192	-0,205 *
$ZINS_{ij,t-2}$	-0,181 **	-0,177	-0,063	-0,287 **	-0,037	-0,758 ***	-0,007	-0,096	-0,005
$ERWA_{ik,t-2} (\wedge)$	0,010	0,034 **	-0,029 **	0,099 ***	0,003	0,160 ***	0,025	0,003	-0,018
$KAPA_{ik,t-2} (\wedge)$	0,212 **	0,053	0,251 **	-0,372	0,143	-0,495	-0,039	-0,415	0,190
$MANG_{ik,t-2} (\wedge)$	-0,014	0,027	0,104	-0,254 *	-0,034	-0,337 *	0,019	-0,085	0,064
$FINT_{ij,t-2}$	-0,623 **	-1,139 ***	-0,459	-1,456 ***	-0,538 *	-3,090 ***	-1,065 ***	-0,318	-0,374
$FDYN_{ij,t-2}$	0,016	0,086	-0,023	-0,043	0,024	0,067	0,095	0,035	-0,053
$WETT_{ij,t-2}$	-0,056	-0,093	-0,054	-0,221 *	-0,049	-0,568 **	-0,110	-0,016	-0,058
$NFSP_{ij,t-2}$	-0,015	-0,054	0,046	0,011	-0,019	0,182	-0,061	0,041	0,057
$EXPQ_{ij,t-2} (\wedge)$	0,969 ***	1,054 ***	1,257 ***	0,659	1,405 ***	1,887	1,445 ***	0,454 ***	1,605 ***
Konstante	0,001	-0,009	0,005	0,041 ***	-0,017 ***	0,046 **	-0,026 ***	0,032 ***	-0,009
Zahl der Beobachtungen	13.251	6.861	6.390	4.366	10.561	1.851	5.771	2.515	4.790
Zahl der Unternehmen	4.431	2.863	1.804	2.102	4.092	1.049	2.632	1.108	1.653
Wald $\chi^2$ -Test (14 Freiheitsgrade)	567	278	447	117	372	61	234	76	273

a) Parameterschätzwerte von zweistufig geschätzten Arellano-Bond-Modellen; predeterminierte, d.h. von vorangegangenen stochastischen Schocks beeinflusste Variablen, sind mit ( $\wedge$ ) gekennzeichnet, wobei bis zu drei Lags der unabhängigen Variablen berücksichtigt sind; die Ergebnisse beziehen sich nur auf kontinuierlich forschende Unternehmen; bis 1995: westdeutsche Unternehmen, ab 1995: alle Unternehmen in Deutschland

\*\*\* (\*\*) [\*]signifikant bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von kleiner 1 (5) [10] %

Quelle: FuE-Erhebungen des Stifterverbands. - Berechnungen des ZEW.

**Tab. 10-4: Zusammensetzung des verwendeten ifo-Unternehmenspanels nach Branchen und Beschäftigtengrößenklassen**

<i>Wirtschaftsbereiche (Gliederung nach WZ93)</i>		<i>Anzahl</i>	<i>in %</i>
WZ 15-16	Ernährungsgewerbe / Tabakverarbeitung	253	6,6
WZ 17	Textilgewerbe	257	6,7
WZ 18	Bekleidungs-gewerbe	121	3,1
WZ 19	Ledergewerbe	79	2,1
WZ 20	Holzgewerbe ohne Möbelherstellung	166	4,3
WZ 21	Papiergewerbe	190	4,9
WZ 22	Druckereigewerbe	171	4,4
WZ 23	Kokerei, Mineralölverarbeitung	6	0,2
WZ 24	Chemische Industrie	105	2,7
WZ 25	Herstellung von Gummi- u. Kunststoffwaren	307	8,0
WZ 26	Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen u. Erden	253	6,6
WZ 27	Metallerzeugung u. -bearbeitung	56	1,5
WZ 28	Herstellung von Metallerzeugnissen	287	7,5
WZ 29	Maschinenbau	707	18,4
WZ 30	Herst. von Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen	12	0,3
WZ 31	Herst. von Geräten der Elektrizitätserzeugung u. -verteilung	256	6,7
WZ 32	Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik	92	2,4
WZ 33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Optik	185	4,8
WZ 34	Herstellung von Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	83	2,2
WZ 35	Sonstiger Fahrzeugbau	12	0,3
WZ 36-37	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten etc.	246	6,4
<b>Insgesamt</b>		<b>3.844</b>	<b>100,0</b>
darunter Unternehmen mit			
	20 bis 199 Beschäftigten	2.385	62,0
	200 bis 499 Beschäftigten	766	19,9
	500 bis 999 Beschäftigten	378	9,8
	1000 und mehr Beschäftigten	315	8,2

Quelle: ifo.

**Tab. 10-5: Determinanten des Innovationsverhaltens (Produkt- und oder Prozessinnovation) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Probitmodellen<sup>a)</sup>)**

	alle Unter- nehmen	Unternehmen >= 250 Besch.	1980-1991	1991-2000	< 250 Besch. 1980-1991	< 250 Besch. 1991-2000	>= 250 Besch. 1980-1991	>= 250 Besch. 1991-2000
$I_{i,t-1}$	1,057 ***	1,006 ***	1,159 ***	1,070 ***	0,993 ***	1,035 ***	1,197 ***	1,121 ***
InBES <sub>it</sub>	0,158 ***	0,196 ***	0,156 ***	0,159 ***	0,187 ***	0,203 ***	0,160 ***	0,158 ***
$\Delta$ BES <sub>it,t-1</sub>	0,118 **	0,056	0,279 ***	0,044	0,099	-0,022	0,299 **	0,218
EXP <sub>it</sub>	0,183 ***	0,191 ***	0,160 **	0,218 ***	0,179 ***	0,229 ***	0,144 ***	0,218 **
LAGE <sub>it</sub> (+)	0,118 ***	0,147 ***	0,068 *	0,122 ***	0,119 ***	0,177 ***	0,087 *	0,034
LAGE <sub>it</sub> (-)	-0,103 ***	-0,135 ***	-0,039	-0,086 ***	-0,142 ***	-0,123 ***	-0,048	-0,006
ERWA <sub>it</sub> (+)	0,074 ***	0,060 **	0,091 **	0,096 ***	0,069 *	0,085 **	0,067	0,106 *
ERWA <sub>it</sub> (-)	-0,010	-0,023	0,016	-0,013	-0,017	-0,037	-0,004	0,037
EXGE <sub>it</sub> (+)	0,162 ***	0,213 ***	0,096 **	0,135 ***	0,253 ***	0,177 ***	0,109 *	0,081 *
EXGE <sub>it</sub> (-)	-0,093 ***	-0,118 ***	-0,046	-0,123 ***	-0,075 *	-0,142 ***	-0,001	-0,077
KAPA <sub>it</sub>	0,004 ***	0,004 ***	0,004 ***	0,004 ***	0,005 ***	0,004 ***	0,004 ***	0,004 **
MANG <sub>it</sub>	-0,000	-0,002	0,003	-0,000	-0,002	-0,001	0,003	0,001
LOHN <sub>kt</sub>	0,001 **	0,001 *	0,002	0,001	0,003	-0,002	-0,004	0,008 ***
ZINS <sub>kt</sub>	0,001	0,001	0,002	0,000	-0,001	-0,002	0,004	0,005
FINT <sub>kt</sub>	-0,001	-0,000	-0,001	-0,000	0,002	0,001	0,003	0,016
FDYN <sub>kt</sub>	-0,000	-0,002	0,004	0,005	0,001	-0,000	-0,003	-0,000
WETT <sub>kt</sub>	-0,117	-0,143	-0,050	0,109	-0,286	0,081	-0,244	0,278
NFSP <sub>kt</sub>	-0,045	-0,098	0,044	-0,022	-0,154	-0,092	-0,021	0,191
Zahl der Beobachtungen	35.296	22.125	13.171	16.853	13.163	10.210	7.394	6.634
Pseudo R <sup>2</sup>	0,21	0,19	0,17	0,21	0,19	0,20	0,19	0,16

a) Abhängige Variable: Einführung einer Produkt- oder Prozessinnovation ja/nein

\*\*\*, \*\*, \* : statistisch signifikant auf dem 1-%-, 5-%- bzw. 10-%-Niveau

Variablenabkürzungen siehe Text (S. 75)

Quelle: ifo Konjunkturtest, Sonderfrage Innovation - Berechnungen des ifo Instituts.

**Tab. 10-6: Determinanten des Innovationsverhaltens (Produktinnovation) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Probitmodellen<sup>ab</sup>)**

	alle Unternehmen	Unternehmen < 250 Besch.	1980-1991	1991-2000	< 250 Besch. 1980-1991	< 250 Besch. 1991-2000	>= 250 Besch. 1980-1991	>= 250 Besch. 1991-2000
I <sub>t,t-1</sub>	1,088 ***	1,065 ***	1,111 ***	1,117 ***	1,039 ***	1,106 ***	1,101 ***	1,113 ***
lnBES <sub>it</sub>	0,156 ***	0,179 ***	0,153 ***	0,156 ***	0,164 ***	0,193 ***	0,173 ***	0,139 ***
ΔBES <sub>it,t-1</sub>	0,016	0,001	0,047	-0,119	0,089	-0,185 *	0,042	0,029
EXP <sub>it</sub>	0,231 ***	0,237 ***	0,225 ***	0,257 ***	0,245 ***	0,264 ***	0,186 **	0,315 ***
LAGE <sub>it</sub> (+)	0,090 ***	0,109 ***	0,060 *	0,101 ***	0,092 ***	0,143 ***	0,071 *	0,043
LAGE <sub>it</sub> (-)	-0,078 ***	-0,095 ***	-0,050 ***	-0,062 **	-0,101 ***	-0,075 **	-0,023	-0,042
ERWA <sub>it</sub> (+)	0,099 ***	0,083 ***	0,120 ***	0,093 ***	0,099 ***	0,082 **	0,114 **	0,104 *
ERWA <sub>it</sub> (-)	-0,030	-0,046 *	0,001	0,005	-0,079 **	-0,017	-0,054	0,041
EXGE <sub>it</sub> (+)	0,133 ***	0,162 ***	0,101 ***	0,101 ***	0,182 ***	0,149 ***	0,141 ***	0,049
EXGE <sub>it</sub> (-)	-0,105 ***	-0,121 ***	-0,085 *	-0,158 ***	-0,093 **	-0,129 ***	0,027	-0,203 ***
KAPA <sub>it</sub>	0,003 ***	0,003 ***	0,002 *	0,003 ***	0,004 ***	0,003 ***	0,003 *	0,001
MANG <sub>it</sub>	-0,001	-0,002	0,001	0,000	-0,002	0,000	0,003	-0,001
LOHN <sub>kt</sub>	0,003 ***	0,003 ***	0,002 ***	0,004 ***	0,002	0,001	-0,004	0,009 ***
ZINS <sub>kt</sub>	-0,001	-0,001	-0,000	-0,003	-0,001	-0,004	0,001	0,001
FINT <sub>kt</sub>	0,003	0,000	0,008	-0,007	0,039 *	-0,007	0,007	0,000
FDYN <sub>kt</sub>	-0,001	-0,000	-0,003 *	-0,001	0,000	0,001	-0,005	-0,005
WETT <sub>kt</sub>	0,000	-0,040	0,099	0,083	-0,110	0,072	0,141	0,207
NFSP <sub>kt</sub>	-0,027	-0,106 *	0,089	-0,061	-0,056	-0,168	0,078	0,177
Zahl der Beobachtungen	35.296	22.125	13.171	16.853	13.163	10.219	7.394	6.634
Pseudo R <sup>2</sup>	0,24	0,21	0,19	0,24	0,21	0,23	0,19	0,19

a) Abhängige Variable: Einführung einer Produktinnovation ja/nein

\*\*\*, \*\*, \*, statistisch signifikant auf dem 1-%-, 5-%- bzw. 10-%-Niveau  
Variablenabkürzungen siehe Text (S. 75)

Quelle: ifo Konjunkturtest, Sonderfrage Innovation - Berechnungen des ifo Instituts.

**Tab. 10-7: Determinanten des Innovationsverhaltens (Prozessinnovation) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Probitmodellen<sup>b)</sup>)**

	alle Unternehmen	Unternehmen < 250 Besch.	1980-1991	1991-2000	< 250 Besch. 1980-1991	< 250 Besch. 1991-2000	>= 250 Besch. 1980-1991	>= 250 Besch. 1991-2000
$I_{i,t-1}$	0,900 ***	0,861 ***	0,879 ***	0,927 ***	0,848 ***	0,880 ***	0,924 ***	1,985 ***
$\ln BES_{it}$	0,149 ***	0,185 ***	0,141 ***	0,153 ***	0,184 ***	0,187 ***	0,169 ***	0,173 ***
$\Delta BES_{it,t-1}$	0,114 ***	0,125 **	0,148 ***	0,145 *	0,126 *	0,161 *	0,189 *	0,130
$EXP_{it}$	0,154 ***	0,175 ***	0,131 ***	0,207 ***	0,137 ***	0,242 ***	0,098	0,175 *
$LAGE_{it}(+)$	0,111 ***	0,113 ***	0,102 ***	0,105 ***	0,094 ***	0,114 ***	0,121 ***	0,083 *
$LAGE_{it}(-)$	-0,097 ***	-0,126 ***	-0,120 ***	-0,067 **	-0,141 ***	-0,112 ***	-0,088 *	-0,017
$ERWA_{it}(+)$	0,007	-0,007	0,009	0,020	0,007	0,002	0,001	0,049
$ERWA_{it}(-)$	0,004	-0,001	0,024	-0,013	0,014	-0,012	0,041	-0,022
$EXGE_{it}(+)$	0,083 ***	0,132 ***	0,137 ***	0,033	0,207 ***	0,043	0,053	0,023
$EXGE_{it}(-)$	-0,046 *	-0,070 **	-0,022	-0,068 *	-0,020	-0,121 ***	-0,022	0,032
$KAPA_{it}$	0,005 ***	0,005 ***	0,005 ***	0,005 ***	0,006 ***	0,005 ***	0,004 ***	0,007 ***
$MANG_{it}$	0,000	-0,000	-0,000	0,001	-0,001	0,000	0,001	0,003
$LOHN_{kt}$	0,000	0,000	-0,000	-0,001	0,002	-0,003 **	-0,003	0,004 *
$ZINS_{kt}$	0,001	-0,000	0,000	0,000	-0,002	-0,003	0,003	0,005
$FINT_{kt}$	-0,001	0,000	-0,002	0,012	-0,013	0,015	0,004	0,011
$FDYN_{kt}$	0,001	0,000	0,000	-0,001	0,002	-0,001	-0,003	-0,001
$WETT_{kt}$	-0,004	0,074	-0,327 **	0,113	-0,116	0,107	-0,606 **	0,165
$NFSP_{kt}$	0,049	0,019	-0,099	0,040	-0,115	0,018	0,062	0,115
Zahl der Beobachtungen	35.296	22.125	20.557	16.853	13.163	10.201	7.394	6.634
Pseudo $R^2$	0,16	0,13	0,15	0,16	0,13	0,14	0,13	0,14

a) Abhängige Variable: Einführung einer Prozessinnovation ja/nein

\*\*\*, \*\*, \* : statistisch signifikant auf dem 1-%-, 5-%- bzw. 10-%-Niveau  
Variablenabkürzungen siehe Text (S. 75)

Quelle: ifo Konjunkturtest, Sonderfrage Innovation - Berechnungen des ifo Instituts.

**Tab. 10-8: Determinanten des Innovationsverhaltens der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 im Überblick: Vergleich von nicht-gelagten und gelagten Modellen (Parameterschätzwerte von Probitmodellen<sup>a)</sup>)**

Nicht gelagte	Innovation	Produktinnovation	Prozessinnovation	Gelagte	Innovation	Produktinnovation	Prozessinnovation
$I_{i,t-1}$	1,057 ***	1,088 ***	0,900 ***	$I_{i,t-1}$	1,088 ***	1,123 ***	0,926 ***
$\ln BES_{it}$	0,158 ***	0,156 ***	0,149 ***	$\ln BES_{it}$	0,162 ***	0,160 ***	0,149 ***
$\Delta BES_{i,t/t-1}$	0,118 **	0,016	0,114 ***	$\Delta BES_{i,t/t-1}$	0,112 *	0,045	0,144 ***
$EXP_{it}$	0,183 ***	0,231 ***	0,154 ***	$EXP_{i,t-1}$	0,196 ***	0,231 ***	0,166 ***
$LAGE_{it}(+)$	0,118 ***	0,090 ***	0,111 ***	$LAGE_{it,t-1}(+)$	0,072 ***	0,015	0,080 ***
$LAGE_{it}(-)$	-0,103 ***	-0,078 ***	-0,097 ***	$LAGE_{i,t-1}(-)$	-0,064 ***	-0,048 **	-0,101 ***
$ERWA_{it}(+)$	0,074 ***	0,099 ***	0,007	$ERWA_{i,t-1}(+)$	0,078 ***	0,065 ***	0,045 *
$ERWA_{it}(-)$	-0,010	-0,030	0,004	$ERWA_{i,t-1}(-)$	0,001	-0,022	-0,035
$EXGE_{it}(+)$	0,162 ***	0,133 ***	0,083 ***	$EXGE_{i,t-1}(+)$	0,125 ***	0,094 ***	0,085 ***
$EXGE_{it}(-)$	-0,093 ***	-0,105 ***	-0,046 *	$EXGE_{i,t-1}(-)$	-0,097 ***	-0,094 ***	-0,021
$KAPA_{it}$	0,004 ***	0,003 ***	0,005 ***	$KAPA_{i,t-1}$	0,003 ***	0,002 ***	0,004 ***
$MANG_{it}$	-0,000	-0,001	0,000	$MANG_{i,t-1}$	0,001	-0,002	0,001
$LOHN_{kt}$	0,001 **	0,003 ***	0,000	$LOHN_{k,t-1}$	0,001	0,002 ***	-0,000
$ZINS_{kt}$	0,001	-0,001	0,001	$ZINS_{k,t-1}$	-0,002	-0,001	-0,002
$FINT_{kt}$	-0,001	0,003	-0,001	$FINT_{k,t-1}$	0,008	0,009	0,003
$FDYN_{kt}$	-0,000	-0,001	0,001	$FDYN_{k,t-1}$	0,005	0,001	-0,000
$WETT_{kt}$	-0,117	0,000	-0,004	$WETT_{k,t-1}$	0,061	-0,010	-0,002
$NFSP_{kt}$	-0,045	-0,027	0,049	$NFSP_{k,t-1}$	0,013	-0,052	0,040
Zahl der Beobachtungen	35.296	35.296	35.296	Zahl der Beobachtungen	27.913	27.913	27.913
Pseudo R <sup>2</sup>	0,21	0,24	0,16	Pseudo R <sup>2</sup>	0,21	0,24	0,16

a) Abhängige Variablen: Einführung einer Innovation (Produkt- und/oder Prozessinnovation) ja/nein bzw. einer Produktinnovation ja/nein bzw. einer Prozessinnovation ja/nein  
 \*\*\*, \*\*, \*, statistisch signifikant auf dem 1-%-, 5-%- bzw. 10-%-Niveau  
 Variablenabkürzungen siehe Text (S. 75)

Quelle: ifo Konjunkturtest, Sonderfrage Innovation - Berechnungen des ifo Instituts.

**Tab. 10-9: Determinanten des Innovationserfolgs (Umsatzanteil Markteinführungsphase) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Tobit-Modellen <sup>a)</sup>)**

	alle Unter- nehmen	< 250 Besch.	>= 250 Besch.	1980-1991	1991-2000	< 250 Besch.	>= 250 Besch.	1980-1991	1991-2000	< 250 Besch.	>= 250 Besch.
Inno <sub>i(t-1)</sub>	0,551 ***	0,606 ***	0,457 ***	0,530 ***	0,586 ***	0,563 ***	0,685 ***	0,472 ***	0,439 ***	0,439 ***	0,439 ***
lnBES <sub>i(t)</sub>	0,966 ***	2,131 ***	0,142 ***	0,946 ***	0,981 ***	2,117 ***	2,202 ***	0,157	0,030	0,157	0,030
BES <sub>i(t)/BES<sub>i(t-1)</sub></sub>	-0,808	-2,006 *	0,659	-0,127	-1,576	-0,819	-3,843 **	0,561	1,337	0,561	1,337
EXP <sub>i(t)</sub>	4,570 ***	5,293 ***	-0,550 ***	4,853 ***	4,073 ***	5,501 ***	4,664 ***	0,608	-1,402	0,608	-1,402
LAGE <sub>i(+)</sub>	1,152 ***	1,571 ***	1,012 ***	1,244 ***	0,908 **	1,451 ***	1,594 **	1,249 ***	0,735	1,249 ***	0,735
LAGE <sub>i(-)</sub>	-1,064 ***	-1,761 ***	-0,325 ***	-1,207 ***	-1,128 ***	-1,900 ***	-1,712 ***	-0,422	-0,484	-0,422	-0,484
ERWA <sub>i(+)</sub>	1,001 ***	1,253 ***	0,502 ***	1,690 ***	0,149	2,259 ***	-0,259	0,667	0,401	0,667	0,401
ERWA <sub>i(-)</sub>	-1,036 ***	-1,350 ***	-0,515 ***	-0,729	-1,121 ***	-0,769	-1,762 ***	-0,542	-0,291	-0,542	-0,291
EXGE <sub>i(+)</sub>	0,631 *	0,879 *	0,454	0,660 *	0,712 *	1,232 **	0,801	0,248	0,608	0,248	0,608
EXGE <sub>i(-)</sub>	-0,418	-0,445	-0,282	-0,403	-0,244	-1,103 *	0,940	0,380	-0,565	0,380	-0,565
KAPA <sub>i</sub>	0,009	0,006	0,005	0,014	0,008	0,011	0,006	0,010	0,003	0,010	0,003
MANG <sub>i</sub>	-0,001	-0,004	-0,007	-0,011	0,040	-0,018	0,047	-0,014	0,014	-0,014	0,014
LOHN <sub>k</sub>	0,003	0,004	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002
ZINS <sub>k</sub>	-0,019	-0,025	-0,009	0,004	-0,059	0,013	-0,085	-0,000	-0,012	-0,000	-0,012
FIN <sub>Tk</sub>	-0,048	-0,106	0,004	0,029	-0,143	-0,333	-0,152	0,198	-0,152	0,198	-0,152
FDY <sub>Nk</sub>	-0,002	-0,005	-0,004	-0,026	0,014	-0,027	0,021	-0,026	-0,001	-0,026	-0,001
WETT <sub>k</sub>	0,499	1,017	-0,148	-0,392	0,830	-0,856	0,246	0,489	1,140	0,489	1,140
NFSP <sub>k</sub>	0,815	1,520	0,459	-0,435	1,691	-0,054	2,398	-1,028	0,703	-1,028	0,703
Zahl der Beobachtungen	24,165	14,469	9,696	13,826	11,847	8,483	6,836	5,343	5,011	5,343	5,011
Pseudo R <sup>2</sup>	0,11	0,12	0,09	0,10	0,12	0,11	0,14	0,09	0,08	0,09	0,08

a) Abhängige Variable: Umsatzanteil mit Produkten in der Markteinführungsphase in %

\*\*\*, \*\*, \*: statistisch signifikant auf dem 1-%-, 5-%- bzw. 10-%-Niveau

Variablenabkürzungen siehe Text (S. 75)

Quelle: ifo Konjunkturtest, Sonderfrage Innovation - Berechnungen des ifo Instituts.

**Tab. 10-10: Determinanten des Innovationserfolgs (Umsatzanteil Wachstumsphase) der Unternehmen in der westdeutschen Industrie 1980-2000 (Parameterschätzwerte von Tobit-Modellen<sup>a)</sup>)**

	alle Unter- nehmen	< 250 Besch.	>= 250 Besch.	1980-1991	1991-2000	< 250 Besch. 1980-1991	< 250 Besch. 1991-2000	>= 250 Besch. 1980-1991	>= 250 Besch. 1991-2000
Inno <sub>i</sub> (t-1)	0,549 ***	0,545 ***	0,552 ***	0,562 ***	0,520 ***	0,556 ***	0,524 ***	0,569 ***	0,509 ***
lnBES <sub>i</sub> (t)	1,458 ***	2,801 ***	0,441 ***	1,149 ***	1,812 ***	2,614 ***	3,315 ***	0,259 ***	0,641 ***
BES <sub>i</sub> (t)/BES <sub>i</sub> (t-1)	3,360 ***	3,853 **	2,076 **	3,704 **	2,568 **	4,860 **	2,133 **	0,973 **	3,100 **
EXP <sub>i</sub> (t)	4,957 ***	5,647 ***	-1,259 ***	4,593 ***	5,506 ***	5,093 ***	5,938 ***	-1,456 ***	1,197 ***
LAGE <sub>i</sub> (+)	7,650 ***	10,631 ***	4,249 ***	7,503 ***	7,642 ***	10,329 ***	10,438 ***	4,133 ***	5,100 ***
LAGE <sub>i</sub> (-)	-7,619 ***	-9,208 ***	-5,702 ***	-8,256 ***	-7,005 ***	-10,120 ***	-8,333 ***	-5,743 ***	-5,411 ***
ERWA <sub>i</sub> (+)	3,610 ***	4,227 ***	2,728 ***	3,758 ***	3,199 ***	4,011 ***	4,181 ***	3,247 ***	2,037 **
ERWA <sub>i</sub> (-)	-3,380 ***	-3,965 ***	-2,551 ***	-3,938 ***	-2,623 ***	-3,350 ***	-4,120 ***	-4,746 ***	-0,629 **
EXGE <sub>i</sub> (+)	1,225 **	1,703 *	1,080 **	0,867 **	1,484 *	2,176 *	1,279 *	-0,210 **	1,927 **
EXGE <sub>i</sub> (-)	-1,562 **	-2,293 **	-0,481 **	-1,404 **	-1,698 *	-3,120 **	-1,691 **	0,640 **	-1,366 **
KAPA <sub>i</sub>	0,168 ***	0,145 ***	0,212 ***	0,191 ***	0,147 ***	0,158 ***	0,132 ***	0,246 ***	0,186 ***
MANG <sub>i</sub>	0,185 ***	0,237 ***	0,125 ***	0,134 ***	0,157 ***	0,163 ***	0,224 ***	0,105 **	0,082 **
LOHN <sub>k</sub>	-0,027 **	-0,023 **	-0,030 **	0,101 *	0,016 **	0,123 *	0,042 **	0,045 **	-0,012 **
ZINS <sub>k</sub>	0,048 **	-0,007 **	0,110 *	0,114 *	0,034 **	0,111 **	-0,027 **	0,122 **	0,141 **
FINT <sub>k</sub>	0,159 **	0,162 **	0,142 **	0,370 **	-0,130 **	0,253 **	0,061 **	0,433 **	-0,361 **
FDYN <sub>k</sub>	0,005 **	0,006 **	-0,005 **	-0,012 **	-0,001 **	0,007 **	-0,014 **	-0,064 **	0,016 **
WETT <sub>k</sub>	-3,213 **	-5,365 **	1,378 **	-2,923 **	0,753 **	-5,566 **	1,494 **	2,519 **	0,839 **
NFSP <sub>k</sub>	0,869 **	0,906 **	0,690 **	0,315 **	2,861 **	1,107 **	4,228 **	-1,057 **	0,667 **
Zahl der Beobachtungen	24.165	14.469	9.696	20.557	11.847	8.483	6.836	5.343	5.011
Pseudo R <sup>2</sup>	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12

a) Abhängige Variable: Umsatzanteil mit Produkten in der Wachstumsphase in %

\*\*\*, \*\*, \* : statistisch signifikant auf dem 1-%-, 5-%- bzw. 10-%-Niveau

Variablenabkürzungen siehe Text (S. 75)

Quelle: ifo Konjunkturtest, Sonderfrage Innovation - Berechnungen des ifo Instituts.

**Tab. 10-11: Durchschnittliche jährliche Veränderungsrate (%) und Variationskoeffizient der Veränderungsrate (%) der realen FuE-Aufwendungen ( $\Delta$ FuE) und des realen Wachstums der Bruttowertschöpfung ( $\Delta$ BW) 1980-2000 in FuE-intensiven Industriebranchen in den fünf großen OECD-Ländern <sup>a)</sup>**

Verarbeitendes Gewerbe	ISIC (rev. 3)	Veränderungsrate FuE		Veränderungsrate BW		Variationskoeffizient $\Delta$ FuE		Variationskoeffizient $\Delta$ BW	
		1980-1989	1990-2000	1980-1989	1990-2000	1980-1989	1990-2000	1980-1989	1990-2000
Pharma	2423	5,5	-1,1	2,8	-0,5	1,1	-7,6	2,0	-11,6
Chemie (ohne Pharma)	24 (ex 2423)	7,4	5,3	4,0	3,1	0,9	1,5	1,2	1,5
Maschinenbau	29	4,5	2,3	1,3	-0,2	2,5	4,6	5,4	-26,4
Computerbau <sup>b)</sup>	30	9,0	-5,8	5,8	-2,1	1,2	-3,3	1,5	-5,7
Elektrotechnik	31	2,3	0,1	2,3	-0,1	6,6	127,9	2,0	-66,2
Elektronik	32	0,2	1,8	4,5	2,3	84,2	6,2	1,5	3,5
Instrumentenbau	33	11,9	4,0	2,1	0,6	3,5	5,1	2,9	9,1
Automobilbau	34	6,2	4,0	1,2	1,7	1,2	2,1	9,0	5,6
Flugzeugbau	353	4,6	-1,0	4,5	1,6	3,9	-15,6	2,2	11,4

a) USA, Japan, Deutschland, Frankreich, Großbritannien

b) Negative Veränderungsrate 1990-2000 durch Branchenwechsel von Großunternehmen bedingt.

Quelle: OECD (STAN, ANBERD 2002) - Berechnungen des DIW.

**Tab. 10-12: Parameterschätzwerte für den Anpassungskoeffizienten  $\phi$  (Anpassung der FuE-Aufwendungen an konjunkturelle Schocks in der vorangegangenen Periode) differenziert nach Ländern und Branchen<sup>a)</sup>**

	Unternehmenssektor gesamt	Dienstleistungen	Verarbeitendes Gewerbe	Pharma	Chemie	Maschinenbau	Computer	Elektrotechnik	Elektronik/ Medientechnik	Instrumente	Automobilbau	Flugzeugbau
Australien	0,028*	-	-	0,078	0,138	-	-	0,461*	0,379*	0,208	0,134	0,300*
Kanada	0,021	0,065	0,159*	0,227*	0,305*	0,289*	-	0,060	-0,007	-	0,159	0,543*
Dänemark		0,007	0,007	0,137*	0,029	-	-	0,188*	-	0,081	-	-
Finnland	-0,017	0,199*	0,389*	-	0,134*	0,170*	-0,029	0,704*	0,198*	0,045	0,094*	-
Frankreich	-0,042	0,256*	0,01	0,064	0,218*	0,112	-0,062*	0,067	0,244*	0,232*	0,241*	-0,001
Deutschland	0,166*	0,151	-0,078	0,043	0,376*	0,176*	0,211*	0,089	0,152	0,050	0,048	-0,043
Italien	0,066	0,124*	0,018	-	0,232	0,131	-	-	-	-	0,120	0,200*
Japan	0,045	0,205	0,001	0,343*	0,104*	0,238*	0,457*	0,352*	0,746*	0,146*	0,346*	-
Niederlande	0,336*	0,128*	-	0,026	0,130	-	-	-	-	-	-	-
Norwegen	0,061	0,271	0,152*	-	0,156	0,108	-	0,241	-0,030	0,231*	-	-
Spanien	0,324*	0,265	0,081	0,184	0,223*	0,096	0,185	0,550*	0,117	-	0,121	0,063
Schweden	-0,009	-	0,001	0,054	0,263*	0,206	0,203*	0,178*	0,060*	0,115	-	0,202
Großbritannien	0,009	-	0,080*	0,192	0,143	0,515*	-	0,234	0,099	0,290	0,381	0,077
USA	0,012	-	0,019	0,012	0,637*	0,335*	-0,006	0,369*	0,162*	-0,015	0,395*	-0,199

a) auf Basis von Fehlerkorrekturmodellen, siehe Abschnitt 7.2. Der Anpassungskoeffizient  $\phi$  gibt die Reagibilität der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) bei Änderung der Nachfrage (gemessen durch den Produktionswert) an. Je größer der Wert ist, desto stärker ist die konjunkturelle Anpassung. Ein positives Vorzeichen zeigt eine prozyklische, ein negatives eine antizyklische Anpassung an.

\*: statistisch signifikant auf dem 5%-Niveau

'-': keine ausreichenden Beobachtungen für eine Modellschätzung verfügbar.

Quelle: OECD (ANBERD, STAN). - Berechnungen des DIW.

