



DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

BEITRÄGE ZUR STRUKTURFORSCHUNG

HEFT 138 · 1993

Gustav A. Horn

Beschäftigungswirkungen von Forschungs-
und Entwicklungsaufwendungen

Eine sektorale und gesamtwirtschaftliche Untersuchung

DUNCKER & HUMBLOT · BERLIN

DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

BEITRÄGE ZUR STRUKTURFORSCHUNG

HEFT 138 · 1993

Gustav A. Horn

**Beschäftigungswirkungen von Forschungs-
und Entwicklungsaufwendungen
Eine sektorale und gesamtwirtschaftliche Untersuchung**



DUNCKER & HUMBLOT · BERLIN

D 83

Herausgeber: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Königin-Luise-Str. 5, D-1000 Berlin 33

Telefon (0 30) 82 99 10 — Telefax (0 30) 82 99 12 00

Verlag: Duncker & Humblot GmbH, Carl-Heinrich Becker-Weg 9, D-1000 Berlin 41. Alle Rechte vorbehalten

Druck: 1993 bei ZIPPEL-Druck, Oranienburger Str. 170, D-1000 Berlin 26

Printed in Germany

ISBN 3-428-07459-9

I N H A L T

	Seite
1 Einleitung	7
2 Forschung und Entwicklung als weiterer Produktionsfaktor	11
2.1 Technischer Wandel und einzelwirtschaftliche Faktornachfrage	11
2.2 Forschung und Entwicklung als exogener Produktionsfaktor	14
2.3 Forschung und Entwicklung als endogener Produktionsfaktor	16
2.4 Die Diffusion von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen	18
2.5 Empirische Analysen	23
2.5.1 Indikatoren des technischen Wandels	23
2.5.2 Die Produktivitätswirkungen von Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen	27
2.5.3 Die Diffusion von Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen	32
2.6 Kritik der Anwendung üblicher Produktionstheorien	38
3 Forschung und Entwicklung als Motor der Kapitalintensivierung und der Produktionssteigerung	42
3.1 Der produktionstheoretische Ansatz von Böhm-Bawerk	42
3.2 Eine Hypothese zur Entwicklung der Produktionsumwege	48
3.3 Zur zeitlichen Entwicklung der Schlüsselgrößen nach Sektoren	51
3.3.1 Die Entwicklung der Kapitalintensität	51

	Seite
3.3.2 Zur Entwicklung der Erwerbspersonenproduktivität	55
3.3.3 Zur Entwicklung der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen	58
3.4 Ökonometrische Analyse der Hypothesen	60
3.4.1 Methodisches Vorgehen	60
3.4.2 Das Schätzmodell	64
3.4.3 Die Schätzresultate	69
3.5 Analyse eines neoklassischen Ansatzes	83
3.6 Stabilitätstests	88
3.7 Intersektorale Diffusion von Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen	96
3.7.1 Auswirkungen auf Produktionsumwege	96
3.7.2 Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach Nachfragekomponenten	97
3.7.3 Der Schätzansatz	99
3.7.4 Die Schätzergebnisse	102
4 Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Forschung und Entwicklung	109
4.1 Eine gesamtwirtschaftliche Sicht	109
4.2 Ein Modell zur Analyse des Strukturwandels	110
4.2.1 Der Innovationsimpuls	110
4.2.2 Die Nachfrage	111
4.2.3 Die gesamtwirtschaftliche Budgetbeschränkung	113
4.2.4 Das Angebot	115
4.3 Die Auswirkungen höherer Forschungs- und Entwicklungsauswirkungen	117
4.3.1 Die Preisänderungen	117
4.3.2 Die Folgen für die sektorale Produktion und Beschäftigung	120
4.3.3 Die Folgen für die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung	124

	Seite
5 Eine Simulationsstudie über die Wirkungen höherer FuE-Aufwendungen	129
5.1 Ein ökonometrisches Modell als Grundlage	129
5.1.1 Möglichkeiten und Grenzen	129
5.1.2 Die Grundstruktur	131
5.1.3 Das Angebot	133
5.1.4 Die Lohnbildung	135
5.1.5 Die Preisbildung	136
5.1.6 Die Nachfrage	140
5.1.7 Der gesamtwirtschaftliche Rahmen	142
5.2 Der Simulationsaufbau	142
5.2.1 Die Einteilung der Sektoren	142
5.2.2 Simulation eines temporären Innovationsschubs	145
5.3 Folgen eines temporären Innovationsschubs	147
5.3.1 Nur geringe Größenordnung	147
5.3.2 Nominallöhne reagieren nur schwach	160
5.3.3 Preisentwicklung auf niedrigerem Pfad	161
5.3.4 Höhere Wertschöpfung in allen Sektoren	163
5.3.5 Marktanteile der Innovatoren nehmen zu	166
5.3.6 Beschäftigung in innovativen Bereichen nimmt ab	167
5.3.7 Strukturveränderungen als Folge von Innovationen im Überblick	172
5.3.8 Die gesamtwirtschaftlichen Folgen	177
5.4 Folgen eines permanenten Innovationsschubs	178
5.4.1 Der Simulationsaufbau	178
5.4.2 Folgen für die sektorale Entwicklung	184
5.4.3 Die sektorale Umsetzung des Produktivitätszuwachses	184
5.4.4 Die gesamtwirtschaftlichen Folgen	185
6 Zusammenfassung und Schlußfolgerung	191
Literaturverzeichnis	199

1 Einleitung

Veränderungen der Produktionstechnologie und ihrer ökonomischen Folgen stehen seit Adam Smith immer wieder im Blickfeld der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung. Die wesentliche Ursache hierfür ist, daß technologische Weiterentwicklungen als wesentliche Quellen des wirtschaftlichen Wachstums und der gesellschaftlichen Fortentwicklung anzusehen sind. Kein Wunder, daß bis vor kurzem die Bezeichnung dieser Veränderungen als "Fortschritt" allgemein akzeptiert war. Erst in jüngster Zeit gewinnt die Ambivalenz dieser Entwicklung Konturen, daß nämlich die technologischen Weiterentwicklungen der Vergangenheit ihren Preis vor allem in der Ausbeutung, ökonomischer formuliert in der Abnutzung, der natürlichen Umwelt haben. Folglich setzte sich zunehmend die wertfreiere Bezeichnung technischer "Wandel" durch. Von ihr soll auch in dieser Arbeit Gebrauch gemacht werden.

Der Wandel in der Bewertung technischer Veränderungen ändert nichts an der überragenden Bedeutung, die ihnen für die wirtschaftliche Entwicklung zukommt. Folgt man Schumpeter, so ist technischer Wandel eine aus marktwirtschaftlichen System nicht wegzudenkende Erscheinung, da sich die Unternehmen vor allem über neue, produktivere Herstellungsverfahren am Markt zu halten vermögen. Somit entsteht technologischer Wandel als Folge unternehmerischer Entscheidungen. Zugleich beeinflußt er aber über die sich durch ihn verändernden Produktionsbedingungen das Marktverhalten der Unternehmen.

Trotz dieser unbestrittenen Schlüsselstellung des technischen Wandels hat es in der ökonomischen Forschung zahlreiche Phasen gegeben, in denen andere Themen im Vordergrund des Interesses standen. So bestand über lange Zeit hinweg kaum eine inhaltliche Verbindung zwischen den Erklärungsansätzen, die technischen Wandel analysieren, und eher kurzfristig orientierten makroökonomischen Theorien, die sich vornehmlich mit konjunkturellen Phänomenen beschäftigen und für die technologische Wandel allenfalls eine exogene Größe ist. Diese Trennung hat seit Beginn der siebziger Jahre erheblich an Bedeutung verloren. Die Ursache für die hierfür besteht in neueren Entwicklungen in der Makroökonomie. So standen die siebziger Jahre in der ökonomischen Forschung im Zeichen einer Renaissance der neoklassischen makroökonomischen Theorien und der Antworten der neukeynesianischen Theorie auf diese Herausforderung. Die Debatten führten im Ergebnis zu einer verstärkten

Aufmerksamkeit für die angebotsseitigen Marktverhältnisse und drängten nachfrageorientierte Ansätze in den Hintergrund. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn die Suche nach Bedingungen für eine möglichst hohe Produktivitätszunahme mit Beginn der achtziger Jahre in der Folge dieser Debatten an Bedeutung gewonnen hat. Dabei spielt vor allem eine Größe eine Rolle, auf die große Hoffnungen als Motor für den Produktivitätsfortschritt gesetzt werden: die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen.

Zahlreiche Untersuchungen sind im Verlauf der achtziger Jahre durchgeführt worden, die die Darstellungen der Wirkung von Forschung und Entwicklung auf die Produktivität zum Gegenstand haben. Um diesen an sich etwas schillernden Begriff Forschung und Entwicklung zu quantifizieren, werden gleichsam als monetärer Ausdruck dieser Bemühungen die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen herangezogen. Diese Größe steht daher im Mittelpunkt der entsprechenden theoretischen und vor allem empirischen Untersuchungen. Dies schlägt sich auch in den wirtschaftspolitischen Diskussionen der letzten Jahre nieder, in denen vielfach die Forderung nach Programmen erhoben wurde, die die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung nachhaltig erhöhen. Das Personalkostenzuschußprogramm für den Einsatz von Arbeitnehmern im Forschungs- und Entwicklungsbereich ist ein hervorragendes Beispiel für die staatliche Förderung von technischem Wandel. Die Forderung nach Verbesserung der Angebotsbedingungen, die von vielen Ökonomen als wesentlich für die Überwindung auch von konjunkturellen Krisen angesehen wurde, konkretisierte sich dabei in der Forderung nach verstärkten Aufwendungen für Forschung und Entwicklung.

Am Beginn dieser Arbeit steht die Auseinandersetzung mit den Ansätzen, die die Analyse der Produktivitätseffekte von Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen zum Ziel haben. In der Regel beruhen sie auf einem neoklassischen Produktionsmodell, das neben Arbeit und Kapital die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen als eigenständigen Produktionsfaktor enthält. Die theoretische und empirische Aussagekraft derartiger Ansätze wird in Kapitel 2 untersucht. Ziel der Überlegung in diesem Kapitel ist es festzustellen, inwieweit die vorliegenden Ansätze zur Erklärung der Produktivitätsentwicklung beitragen können. Das Schwergewicht liegt dabei auf Ansätzen aus den Vereinigten Staaten, da dort bisher die größte Zahl von Untersuchungen über einen langen Zeitraum hinweg durchgeführt wurde.

In Kapitel 3 wird ein eigener Modellansatz vorgestellt, der den Rahmen neoklassischer

Produktionsmodelle verläßt. Er beruht im wesentlichen auf den Überlegungen von Böhm-Bawerk. In diesem Modell sind Forschung und Entwicklung wie auch Kapital keine eigenständigen Produktionsfaktoren. Sie sind vielmehr letztendlich aus Arbeitseinsatz abgeleitete Größen. Das erste Ziel der Untersuchung in diesem Kapitel ist festzustellen, wie weit ein solcher Einsatz die theoretischen Schwächen des neoklassischen Produktionsmodells vermeiden kann. Der zweite Schwerpunkt besteht im empirischen Test dieses Modells. Mittels ökonometrischer Verfahren soll sowohl im Längsschnitt über die Zeit als auch im Querschnitt über verschiedene Sektoren der Volkswirtschaft der empirische Erklärungsgehalt dieses Ansatzes untersucht werden. Die Analysen erfolgen disaggregiert, wobei 51 Sektoren Berücksichtigung finden. Dieses Vorgehen erscheint vielversprechend, weil auf diese Weise der Vielfalt der in einer Volkswirtschaft anzutreffenden Produktionsstrukturen Rechnung getragen wird. Häufig trifft man gerade bei Analysen, die sich mit dem technischen Wandel beschäftigen, auf das Problem, daß sich ökonometrische Schätzungen über verschiedene Perioden hinweg als nicht robust erweisen, da sich die Verhaltensweisen mehr oder weniger ändern. Um solche Strukturbrüche zu entdecken, sind in Kapitel 3 die Ergebnisse entsprechender Tests beschrieben. Abschließende Hypothesentests sollen zeigen, ob der in diesem Kapitel vorgestellte Ansatz eine im Vergleich zu den vorher dargestellten überlegene Erklärung der Produktivitätsentwicklung leistet.

Die in den Kapiteln 2 und 3 beschriebenen Ansätze beschränken sich auf die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Produktivitätsentwicklung und Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen und bleiben damit bei einer partiellen, hier einer angebotsseitigen, Analyse stehen. Ein solches Vorgehen erfaßt aber die Auswirkung von Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen lediglich in unvollständiger Weise. Sie vernachlässigen insbesondere die Interaktionen zwischen Angebot und Nachfrage. Schließlich führt eine z.B. höhere Produktivität in einer Firma oder in einem Sektor, sofern die Firmen in Wettbewerb miteinander stehen, zu einer gedämpften Preisentwicklung. Technischer formuliert bedeutet dies, daß sich die Angebotskurve nach rechts verschiebt. Dies hat aber auch Konsequenzen für die Nachfrage. Bei einem absolut oder relativ niedrigeren Preis für die Produkte dieser Firmen gewinnen sie einen größeren Anteil an der gesamten Nachfrage. Es finden somit Bewegungen auf der Nachfragekurve für diese Produkte statt. Dann ist aber klar, daß die Konsequenzen dieser Produktivitätssteigerung nicht auf die einzelne Firma bzw. auf den einzelnen Sektor beschränkt bleiben. Alle anderen Sektoren und damit die Gesamtwirtschaft sind auch betroffen.