

Wachstum durch Forschung und Entwicklung

Von Heike Belitz, Simon Junker, Max Podstawski und Alexander Schiersch

Das DIW Berlin hat die Wachstumswirkungen von Investitionen in Forschung und Entwicklung in Deutschland und weiteren OECD-Ländern untersucht. Demnach führt ein Anstieg des Wachstums der gesamtwirtschaftlichen Forschungsausgaben um einen Prozentpunkt kurzfristig zu einer Erhöhung des Wachstums des Bruttoinlandsprodukts um durchschnittlich etwa 0,05 bis 0,15 Prozentpunkte. Der Koeffizient für Deutschland liegt eher am oberen Rand. Die Wirkungen der FuE in den öffentlichen Forschungseinrichtungen und in der Privatwirtschaft auf das Wirtschaftswachstum sind dabei kaum zu trennen. In den letzten Jahren haben sich die FuE-Investitionen in Deutschland in beiden Bereichen im internationalen Vergleich besonders gut entwickelt. Für ein Land, das seinen Wohlstand zu einem bedeutenden Anteil der FuE-intensiven Industrie und den produktionsnahen wissensintensiven Dienstleistungen verdankt, bleiben Forschung und Entwicklung zentrale Voraussetzungen für das künftige Wachstum. Deutschland darf deshalb bei den Bemühungen, die FuE-Investitionen zu steigern, nicht nachlassen.

Forschung und Entwicklung (FuE) gelten in entwickelten Volkswirtschaften als entscheidende Determinanten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, der Produktivitätsentwicklung und des Wirtschaftswachstums. Das DIW Berlin hat die Wirkung von FuE auf das Wirtschaftswachstum in Deutschland und 18 weiteren OECD-Ländern in den letzten Jahrzehnten untersucht.¹ Dazu wurde die Entwicklung der FuE-Investitionen in den Unternehmen und in den öffentlichen Forschungseinrichtungen sowie die Wirkung auf das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts mit Hilfe von Zeitreihen- und Panelmodellen analysiert.

FuE-Investitionen Deutschlands im internationalen Vergleich

Deutschland hat 2012 das Ziel nahezu erreicht, seine FuE-Investitionen auf drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts (FuE-Intensität) zu erhöhen. Damit liegt die FuE-Intensität der Bundesrepublik über dem Durchschnitt der OECD-Länder, aber auch vor den USA und weit vor Frankreich und Großbritannien. Unter den größeren forschungsstarken Ländern hatten im Jahr 2012 nur Südkorea, Finnland, Japan und Schweden höhere FuE-Intensitäten (Tabelle 1), wobei sich der Abstand in den letzten Jahren verringert hat.

Zuletzt überdurchschnittliches Wachstum ...

Im Zeitraum von 1995 bis 2012 wuchsen die gesamten FuE-Investitionen in Deutschland im Durchschnitt real (in Kaufkraftparitäten zu Preisen von 2005) um 3,2 Prozent jährlich und damit etwas weniger als im restlichen OECD-Raum (Tabelle 2). Allerdings hat sich das Wachstum in Deutschland beschleunigt und lag mit gut vier Prozent im Zeitraum von 2005 bis 2012 nach Süd-

¹ Belitz, H., Junker, S., Podstawski, M., Schiersch, A. (2015): Wirkung von Forschung und Entwicklung auf das Wirtschaftswachstum. Gutachten des DIW Berlin im Auftrag der KfW Bankengruppe (KfW). Berlin, DIW Politikberatung kompakt Nr. 102.

Kasten 1

Berechnung von FuE-Kapitalstöcken

Die FuE-Kapitalstöcke werden entsprechend den in der Literatur verwendeten Methoden geschätzt.¹ Der FuE-Kapitalstock FK eines Landes *i* zum Zeitpunkt *t* wird nach der Perpetual-Inventory-Methode berechnet:

$$FK_{i,t} = (1-a) FK_{i,t-1} + f_{i,t}$$

wobei $FK_{i,t}$ für den FuE-Kapitalstock, $f_{i,t}$ für die FuE-Investitionen und *a* für die Abschreibungsrate des FuE-Kapitalstocks stehen. Für die Abschreibungsrate wird hier für alle Länder ein Wert von 15 Prozent angenommen. Dies ist allerdings eine vereinfachende Annahme, die den unterschiedlichen Nutzungsdauern von FuE-Ergebnissen in verschiedenen Technologiebereichen nur ungefähr gerecht werden kann.²

Da bei der OECD für die meisten Länder Daten zu den FuE-Investitionen erst ab Anfang der 80er Jahre, für Südkorea sogar erst ab 1991 zur Verfügung stehen, müssen Anfangswerte für den FuE-Kapitalstock geschätzt werden.³ Der Startwert für den FuE-Kapitalstock $FK_{i,0}$ berechnet sich aus:

$$FK_{i,0} = \frac{f_{i,0}}{(a_i + w_i)}$$

mit $f_{i,0}$ für die FuE-Investitionen in *t* = 0, mit *a_i* als Abschreibungsrate des FuE-Kapitals (hier 15 Prozent) und *w_i* für die geschätzte durchschnittliche Wachstumsrate der FuE-Investitionen der Vorperioden (hier geschätzt mit der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate der ersten zehn verfügbaren Jahre).

1 Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P. (2010): Measuring the Returns to R&D. In: Hall, B. H., Rosenberg, N. (Hrsg.) (2010): Handbook of the Economics of Innovation. 1033-1082.
2 Adler, W., Gühler, N., Oltmanns, E., Schmidt, N., Schmidt, P., Schulz, I. (2014): Forschung und Entwicklung in den Volkswirtschaftlichen

Gesamtrechnungen. Wirtschaft und Statistik, Statistisches Bundesamt, 703-717.
3 Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P. (2010), a. a. O.

Tabelle 1

FuE-Intensität ausgewählter OECD-Länder
 FuE-Investitionen in Relation zum Bruttoinlandsprodukt

	1995	2012	Veränderung 2012-1995	1995	2012	Anteil FuE-Investitionen ¹ an OECD
	In Prozent		In Prozent- punkten	Ränge		In Prozent
Südkorea	2,3	4,4	2,1	5	1	5,9
Finnland	2,3	3,6	1,3	7	2	0,7
Schweden	3,3	3,4	0,2	1	3	1,3
Japan	2,9	3,4	0,5	2	4	13,7
Dänemark	1,8	3,0	1,2	11	5	0,6
Deutschland	2,2	3,0	0,8	8	5	9,2
Schweiz (1996)	2,6	3,0	0,4	3	7	1,2
Österreich	1,6	2,8	1,3	13	8	1,0
USA	2,4	2,8	0,4	4	9	41,0
Frankreich	2,3	2,3	0,0	6	10	5,0
Belgien	1,7	2,2	0,6	12	11	0,9
Niederlande	2,0	2,2	0,2	9	12	1,4
Großbritannien	1,9	1,7	-0,2	10	13	3,5
Spanien	0,8	1,3	0,5	15	14	1,8
Italien	1,0	1,3	0,3	14	15	2,4
OECD	2,0	2,4	0,4	-	-	100

¹ In Kaufkraftparitäten.
 Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

korea an der Spitze der Wachstumsrangfolge der hier betrachteten Industrieländer. Diese positive Entwicklung der FuE-Investitionen in Deutschland ging auch mit einem im Vergleich zu den anderen EU-Ländern stärkeren Wachstum der deutschen Volkswirtschaft einher.²

... und hohe FuE-Investitionsintensität

Anders als andere laufende Aufwendungen für die Produktion wie Löhne und Vorleistungen gehen die Ergebnisse von FuE-Aufwendungen erst mit einem gewissen Zeitverzug in die Produktion ein. Sie werden deshalb in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen inzwischen auch als Investitionen verstanden und kapitalisiert.³ Da zum Zeitpunkt dieser Untersuchung noch nicht aus allen Ländern amtliche Zahlen zum FuE-Kapitalstock vorlagen, wurden FuE-Kapitalstöcke entsprechend den in der Literatur verwendeten Methoden geschätzt (Kasten 1). Im internationalen Vergleich sind die FuE-Investitionen eines Landes im Verhältnis zum FuE-Kapitalstock (FuE-Investitionsintensität) eine weitere wichtige Kenngröße, weil sie zeigt, wie stark die

2 Enquete-Kommission (2013): Schlussbericht der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“. – 17. Wahlperiode – 43 – Drucksache 17/13300. Deutscher Bundestag, Berlin.
3 Siehe Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen ESVG 2010.

Länder in die Erneuerung und Erweiterung ihres jeweiligen FuE-Kapitalstocks investieren.

In einigen Ländern mit höherer FuE-Intensität als in Deutschland – wie Finnland, Schweden und Japan aber auch als in Dänemark und Großbritannien – geht die FuE-Investitionsintensität bereits seit einigen Jahren tendenziell zurück (Abbildung 1). Am aktuellen Rand liegt sie in Finnland, Schweden, Japan und Großbritannien nur noch knapp über der hier unterstellten Abschreibungsrate von 15 Prozent. In Frankreich stagniert der Koeffizient seit Anfang der 2000er Jahre auf einem relativ niedrigen Wert. Dagegen weist er in Deutschland ab 2005 eine, vom damaligen vergleichsweise geringen Niveau ausgehend, positive Entwicklung auf, mit einem kurzen Einbruch in den Jahren der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise. Der deutsche Wert liegt am aktuellen Rand auch über dem der USA, wo sich die Investitionsintensität nach der Krise nicht so schnell erholte. Somit zeigen sowohl die Höhe als auch das Wachstum der deutschen FuE-Investitionsintensität am aktuellen Rand einen im internationalen Vergleich positiven Trend.

Zusammenspiel von FuE im öffentlichen und privaten Bereich

In der zweiten Hälfte der 90er Jahre stiegen die gesamten FuE-Investitionen in Deutschland schneller als das Bruttoinlandsprodukt. Getrieben wurde dieser Anstieg jedoch nur von der privaten Wirtschaft. Im öffentlichen Bereich, zu dem vor allem die Hochschulen und staatlichen Forschungseinrichtungen zählen, wuchs FuE etwa im gleichen Tempo wie das Bruttoinlandsprodukt (Abbildung 2). Nach 2007 nahmen die FuE-Investitionen wieder schneller zu als das Bruttoinlandsprodukt, diesmal im privaten und im öffentlichen Bereich. Dies zeigt, dass der öffentlichen Forschung seitdem eine höhere Bedeutung beigemessen wird.⁴

Die FuE-Investitionen der Wirtschaft betragen im Jahr 2012 in Deutschland und den USA rund zwei Prozent der Wertschöpfung und lagen damit höher als in Frankreich und Großbritannien. Allerdings sind die privaten FuE-Investitionen in Relation zur Wertschöpfung in Südkorea, Japan, Finnland und Schweden zum Teil sogar erheblich höher (Tabelle 3). Das sind auch die Länder, die insgesamt eine höhere FuE-Intensität als Deutschland aufweisen. Bei der Steigerung der FuE-Intensität waren dagegen jene Länder, wie etwa Spanien, Italien und die Niederlande aber auch Großbritannien, weniger erfolgreich, in

⁴ Dies wird auch an den ab 2006 steigenden FuE-Ausgaben des Bundes und der Länder deutlich, wobei ihr Anteil am öffentlichen Gesamthaushalt von 2,7 Prozent auf 3 Prozent im Jahr 2012 zunahm. Siehe www.datenportal.bmbf.de/1.1.2. Abgerufen am 20. August 2015.

Tabelle 2

Jährliches Wachstum der gesamten FuE-Ausgaben in ausgewählten Ländern

	1995-2012	1995-2005	2005-2012	1995-2012	1995-2005	2005-2012
	In Prozent			Ränge		
Südkorea	8,3	6,9	10,3	1	4	1
Deutschland	3,2	2,6	4,0	8	11	2
Belgien	3,5	3,2	4,0	6	8	3
Schweiz ¹	3,0	2,8	3,5	9	9	4
Österreich	5,7	7,3	3,6	2	3	5
Dänemark	4,2	5,2	2,9	5	5	6
USA	3,4	3,9	2,8	7	7	7
Niederlande	2,5	2,3	2,7	11	13	8
Spanien	5,3	7,3	2,5	3	2	9
Frankreich	1,6	1,3	1,9	15	15	10
Italien	2,2	2,6	1,7	12	10	11
Finnland	5,3	8,3	1,2	4	1	12
Schweden	2,8	4,0	1,1	10	6	13
Großbritannien	1,7	2,3	0,7	14	14	14
Japan	1,7	2,5	0,6	13	12	15
OECD	3,4	3,7	2,9	-	-	-

¹ 1996 und 2004.

Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Zuletzt wuchsen die FuE-Ausgaben nur in Südkorea schneller als in Deutschland.

Tabelle 3

FuE-Intensität in der privaten Wirtschaft in ausgewählten Ländern

	1995		2012		Anteil der privaten Wirtschaft	
	In Prozent		Ränge		1995	2012
	In Prozent		Ränge		In Prozent	
Südkorea	1,7	3,4	4	1	74	78
Japan	1,9	2,6	2	2	65	77
Finnland	1,4	2,4	7	3	63	69
Schweden	2,4	2,3	1	4	75	68
Schweiz ⁽¹⁹⁹⁶⁾	1,8	2,1	3	5	71	70
Deutschland	1,4	2,0	6	6	66	68
Dänemark	1,0	2,0	11	7	57	66
Österreich (1993)	0,8	1,9	13	8	56	69
USA	1,7	1,9	5	9	71	70
Belgien	1,2	1,5	10	10	71	68
Frankreich	1,4	1,5	8	11	61	65
Niederlande	1,0	1,2	12	12	52	57
Großbritannien	1,2	1,1	9	13	65	63
Italien	0,5	0,7	14	14	53	55
Spanien	0,4	0,7	15	15	48	53
OECD	1,3	1,6	-	-	67	68

Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

In Deutschland ist die FuE-Intensität der privaten Wirtschaft inzwischen höher als in den USA.

Abbildung 1

FuE-Investitionsintensität ausgewählter Länder
FuE-Investitionen in Relation zum FuE-Kapitalstock in Prozent



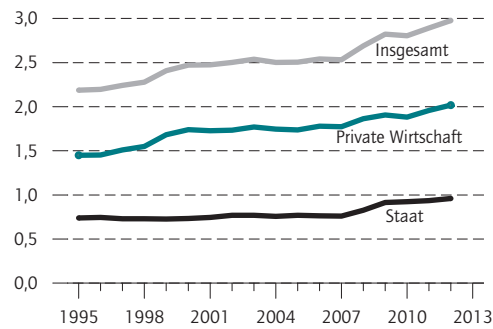
Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

In Ländern wie Finnland, Schweden und Japan ging die FuE-Investitionsintensität zuletzt zurück.

Abbildung 2

FuE-Intensität in Deutschland in Wirtschaft und Staat

In Prozent



Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Wachstumstreiber waren lange Zeit vor allem FuE-Investitionen in der Privatwirtschaft.

denen in der privaten Wirtschaft weniger als zwei Drittel der FuE-Aktivitäten stattfinden (Abbildung 3). Dies deutet daraufhin, dass eine hohe gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität ohne deutliche privatwirtschaftliche FuE-Investitionen nur schwer zu erreichen ist.

FuE-Profil der Wirtschaft: starke Industrieforschung

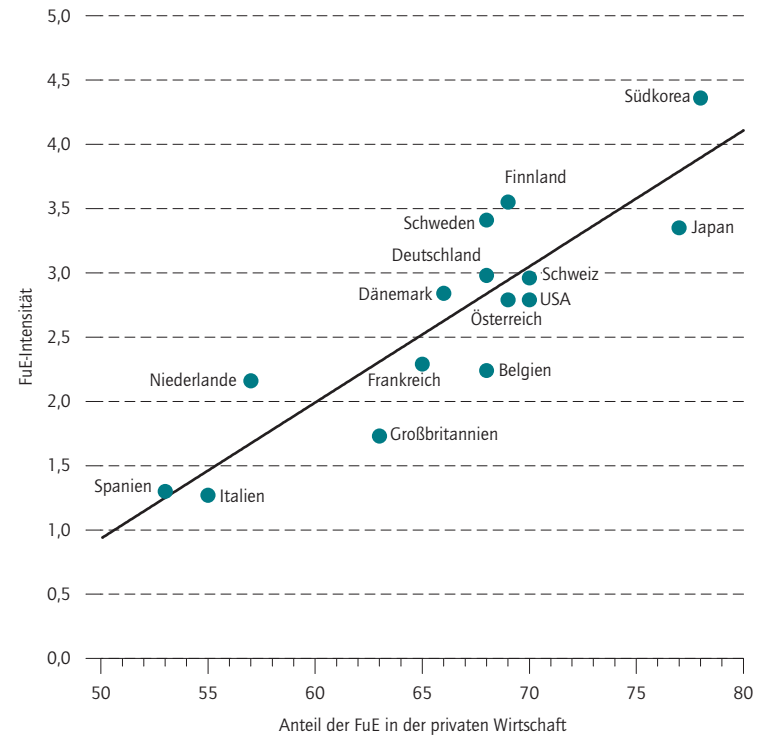
In Deutschland – wie in Japan und Südkorea – entfallen über 85 Prozent der FuE in der privaten Wirtschaft auf die Branchen des verarbeitenden Gewerbes. In den USA sind es weniger als 70 Prozent, in Frankreich knapp 50 Prozent und in Großbritannien nur 37 Prozent. Zudem sind die FuE-Investitionen der privaten Wirtschaft in Deutschland relativ stark auf wenige Branchen konzentriert. Gemessen am Anteil der drei forschungstärksten Branchen nimmt Deutschland den 4. Platz unter 13 OECD-Ländern ein, gemessen am Herfindahl-Hirschmann-Index (HHI)⁵ den 5. Platz (Tabelle 4). Höhere Konzentrationen weisen sowohl die größeren Volkswirtschaften Südkorea und Japan als auch Finnland auf. Diese Länder mit sehr starker Branchenkonzentration von FuE haben eine höhere gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität als Deutschland. Aber auch die privaten FuE-Ausgaben in Großbritannien mit einer deutlich niedrigeren privaten FuE-Intensität sind ähnlich konzentriert

⁵ Der Herfindahl-Hirschmann-Index (HHI) ist ein Konzentrationsmaß, das hier der Summe der quadrierten Anteile von 27 Wirtschaftszweigen an den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft eines Landes entspricht. Der HHI kann zwischen 1/27 (Gleichverteilung der Anteile) und 1 (maximale Konzentration) liegen.

Abbildung 3

Anteil der privaten Wirtschaft an den FuE-Investitionen und FuE-Intensität 2012 in ausgewählten Ländern

In Prozent



Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Eine hohe gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität hängt stark von privaten Investitionen ab.

wie in Deutschland. In vielen Ländern ist der Dienstleistungssektor Forschung und Entwicklung eine der forschungstärksten Branchen (Österreich, Frankreich, Großbritannien, Belgien, Dänemark und Italien). Deren gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität ist allerdings geringer als in Deutschland, wo sich FuE in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes konzentriert.

Um die Konzentration der privaten FuE-Investitionen auf Wirtschaftszweige international zu vergleichen, wird ein Relativer Anteil der FuE-Investitionen in der Branche *j* eines Landes *i* (*RAF_{ij}*) berechnet.⁶ Der RAF-Wert für Deutschland gibt an, ob ein höherer Anteil (positiver Wert) oder ein geringerer Anteil (negativer

⁶ Der Relative Anteil der FuE-Investitionen (RAF) eines Landes in einer Branche wird ähnlich dem aus der Außenhandelsanalyse bekannten Relativen Welthandelsanteil RWA berechnet. Mit dieser Messgröße wird für Deutschland der Anteil der privaten FuE-Aufwendungen einer Branche *j* dem entsprechenden Anteil in der Welt (hier 13 forschungsstarke OECD-Länder) gegenübergestellt:

$$RAF_{ij} = \text{tanhyp} 100 \ln \left[\frac{(a_{ij} / \sum_j a_{ij})}{(\sum_i a_{ij} / \sum_{ij} a_{ij})} \right]$$

Tabelle 4

Branchenkonzentration der FuE-Aufwendungen ausgewählter Länder 2011

	HH-Index		Drei Branchen mit den höchsten FuE-Aufwendungen		
		Rang	in Prozent	Rang	
Finnland	0,270	1	62,8	3	Computer, Elektronik, Optik; Maschinenbau; Elektrotechnik
Südkorea	0,266	2	67,0	1	Computer, Elektronik, Optik; Kfz; Maschinenbau;
Japan	0,169	3	64,0	2	Computer, Elektronik, Optik; Kfz; Pharma
Großbritannien	0,154	4	48,0	5	FuE; Kfz; Sonst. Fahrzeugbau
Deutschland	0,149	5	54,4	4	Kfz; Computer, Elektronik, Optik; Maschinenbau
USA	0,125	6	46,9	6	Computer, Elektronik, Optik; Pharma; Sonst. Fahrzeugbau
Dänemark	0,115	7	42,0	8	Pharma; FuE; Maschinenbau
Belgien	0,109	8	42,2	7	Pharma; FuE; Computer, Elektronik, Optik
Frankreich	0,092	9	33,9	10	FuE; Computer, Elektronik, Optik; Sonst. Fahrzeugbau
Österreich	0,084	10	28,3	12	FuE; Elektrotechnik; Maschinenbau
Italien	0,081	11	36,1	9	Computer, Elektronik, Optik; Kfz; FuE
Spanien	0,067	12	28,2	13	Sonst. Fahrzeugbau; Pharma; Kfz
Niederlande	0,066	13	28,5	11	Maschinenbau; Computer, Elektronik, Optik; Chemie

Kfz: Kraftfahrzeugbau; FuE: Forschung und Entwicklung.

Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Die private FuE konzentriert sich in Deutschland auf wenige Branchen.

Wert) der FuE-Aufwendungen in einer Branche investiert wird als im Durchschnitt der forschungsstarken Vergleichsländer.

Die FuE-Aktivitäten sind in Deutschland besonders auf die FuE-intensiven Branchen des verarbeitenden Gewerbes Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau und Kraftfahrzeugbau konzentriert (Abbildung 4). Zudem bilden die Metallerzeugung und die Herstellung von Metallenerzeugnissen sowie Druck und Medien Schwerpunkte im deutschen Forschungsprofil. In den FuE-intensiven Branchen Pharma sowie Computer und Elektronik wird in Deutschland jedoch im internationalen Vergleich relativ weniger geforscht. Auch in den meisten Dienstleistungssektoren, im Bergbau und im Baugewerbe konzentrieren andere Länder mehr FuE. Eine Ausnahme ist der Dienstleistungsbereich Transport und Lagerung.

Deutscher Kraftfahrzeugbau ist Spitzentechnikbranche

Fast ein Drittel der privaten FuE-Aufwendungen fällt in Deutschland im Kraftfahrzeugbau an. Dies wird oft kritisch gesehen, weil diese Branche dem Bereich der hochwertigen Technologie zugeordnet wird, in dem die FuE-Intensität gemessen am Produktionswert (der die Vorleistungsbezüge enthält) geringer ist als in der Spitzentechnologie.⁷ Im Jahr 2012 lag die FuE-Intensität des

Kraftfahrzeugbaus gemessen am Produktionswert nach den Daten der Kostenstrukturstatistik des verarbeitenden Gewerbes bei 5,2 Prozent. Bezieht man die Aufwendungen für FuE jedoch auf die Wertschöpfung, so unterscheidet sich die so gemessene FuE-Intensität des Kraftfahrzeugbaus mit 26 Prozent kaum von der in den Spitzentechnologiebranchen Pharma mit 22 Prozent, dem Sonstigen Fahrzeugbau mit 26 Prozent sowie der Herstellung von Computern, Elektronik und Optik mit 22 Prozent (Abbildung 5). Der deutsche Kraftfahrzeugbau hat bei hoher Wertschöpfung eine auch im internationalen Vergleich besonders hohe FuE-Intensität, die die Branche hierzulande für das Prädikat „Spitzentechnik“ qualifiziert.

Dekomposition der Länderunterschiede der FuE-Intensität in der Wirtschaft

Die Differenz der privatwirtschaftlichen FuE-Intensitäten zwischen zwei Ländern – gemessen als FuE-Aufwendungen in Relation zur Wertschöpfung – kann auf ein abweichendes Investitionsverhalten in den Branchen oder unterschiedliche Wirtschaftsstrukturen (Anteile der Branchen an der Wertschöpfung) zurückzuführen sein. Um den Einfluss dieser beiden Komponenten zu messen, wird eine Variante der Shift-Share-Analyse genutzt. Die beobachtete Differenz in den FuE-Intensitäten zwischen Deutschland und dem jeweiligen Vergleichsland wird hierfür in zwei Komponenten zer-

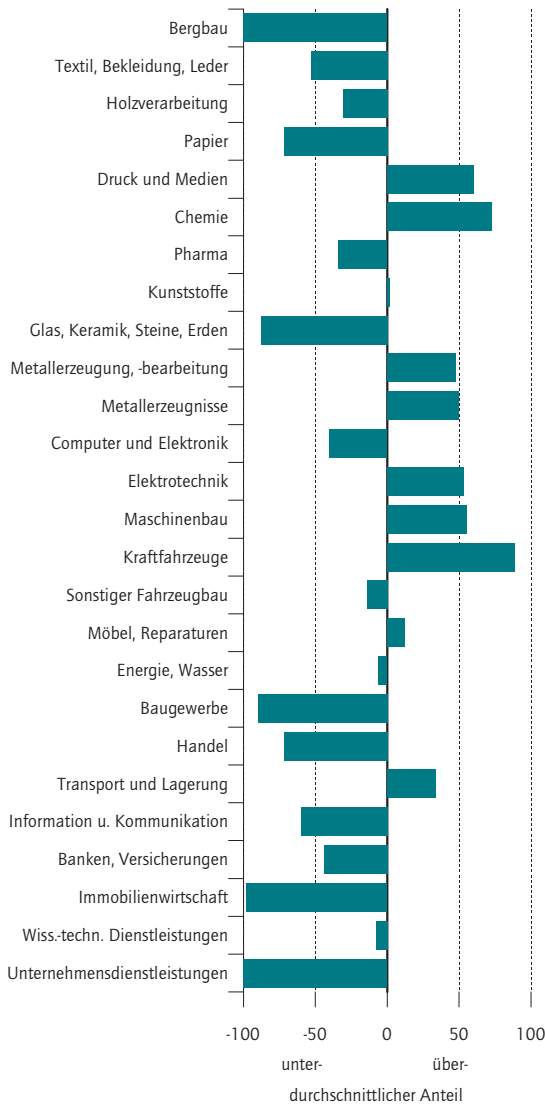
⁷ Der Bereich der „hochwertigen Technik“ umfasst Industrien und Gütergruppen, bei denen der Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Produktionswert zwischen 2,5 und unter sieben Prozent liegt. Zur „Spitzentechnologie“

zählen Industrien und Gütergruppen mit einer FuE-Intensität gemessen am Produktionswert von sieben Prozent und mehr (Gehrke, Frietsch et al. 2013).

Abbildung 4

Relativer Anteil der FuE-Investitionen¹ nach Wirtschaftszweigen in Deutschland 2011

In Prozent



¹ Die relativen Anteile von FuE (RAF) geben an, in welchen Branchen in Deutschland mehr beziehungsweise weniger in FuE investiert wird als im Durchschnitt der Vergleichsländer.

Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

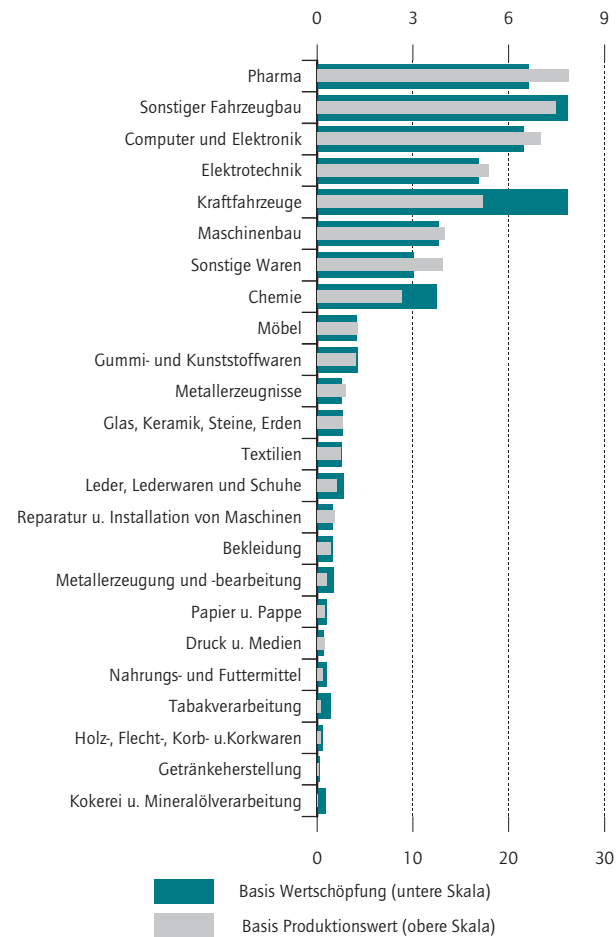
Das verarbeitende Gewerbe tätigt in Deutschland die meisten FuE-Investitionen.

legt, eine Struktur- und eine Verhaltenskomponente. Die Strukturkomponente erfasst den Teil der Differenz, der auf die unterschiedliche Bedeutung von Sektoren in den beiden Vergleichsländern zurückgeht. Die Verhaltenskomponente misst jenen Teil der Gesamtdifferenz, der auf abweichendes FuE-Verhalten (FuE-Intensität) innerhalb eines Sektors zurückzuführen ist (Kasten 2).

Abbildung 5

FuE-Intensität der Industriebranchen in Deutschland 2012 gemessen am Produktionswert und an der Wertschöpfung

In Prozent



Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Der deutsche Kraftfahrzeugbau verdient das Prädikat „Spitzentechnik“.

Für den Vergleich zwischen Deutschland und den OECD-Ländern in den Jahren 2011 oder 2010 wurden die privaten FuE-Intensitäten auf Basis der Wertschöpfung berechnet (Tabelle 5). So ist die FuE-Intensität in Deutschland im Jahr 2010 um 1,5 Prozentpunkte geringer als in Südkorea. Dabei lässt sich eine Differenz von 1,8 Prozentpunkten zulasten von Deutschland auf die Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur zurückführen (Struktureffekt). Der Verhaltenseffekt wirkt mit 0,3 Prozentpunkten zugunsten Deutschlands dagegen.

Insgesamt spielen der Struktureffekt und der Verhaltenseffekt eine etwa gleichwichtige Rolle zur Erklärung

Kasten 2

Shift-Share-Analyse¹

Die Differenz in den privaten FuE-Intensitäten zwischen zwei Ländern ($FI^{DEU} - FI^{Vergleichsland}$) wird in zwei Komponenten zerlegt, die Strukturkomponente (Δ_{ST}) und die Verhaltenskomponente (Δ_{VH}):

$$FI^{DEU} - FI^{Vergleichsland} = \Delta_{ST} + \Delta_{VH}$$

Die Strukturkomponente (Δ_{ST}) erfasst den Teil der Differenz, der auf die unterschiedliche Bedeutung von Sektoren in den beiden Vergleichsländern zurückgeht. Er ergibt sich somit aus der Differenz in den Sektorgewichten, hier gemessen anhand des Anteils des jeweiligen Sektors an der Wertschöpfung, und

¹ Die Zerlegung geht auf die Arbeiten von Ronald Oaxaca und Alan Blinder zu Lohndifferenzierungen zurück. Oaxaca, R. (1973): Male-female wage differentials in urban labor markets. *International Economic Review*, 14(3), 693-709. Blinder, A. (1973): Wage Discrimination: Reduced Form and Structural Estimates. *Journal of Human Resources*, VII(4), 436-455. Das Verfahren wurde unter anderem auch zur Erklärung der Unterschiede der FuE-Intensitäten zwischen Ländern und Unternehmensgruppen (Belitz, Zambre 2011) genutzt.

der jeweiligen sektoralen FuE-Intensität im Vergleichsland. Die gewichteten FuE-Intensitäten werden über alle verfügbaren Sektoren aggregiert:

$$\Delta_{ST} = \sum_i FI^{Vergleichsland} (SHARE_i^{DEU} - SHARE_i^{Vergleichsland})$$

mit i = Branchen, 2-Steller WZ

Die Verhaltenskomponente (Δ_{VH}) misst den Teil der Gesamtdifferenz, der auf abweichendes FuE-Verhalten (FuE-Intensität) innerhalb eines Sektors zurückgeht. Er ergibt sich aus der sektoralen Differenz in der FuE-Intensität zwischen zwei Ländern, die mit dem Anteil des deutschen Sektors an der Wertschöpfung gewichtet wird. Die sektoralen gewichteten Differenzen werden über alle verfügbaren Sektoren aggregiert.

$$\Delta_{VH} = \sum_i SHARE_i^{DEU} (FI_i^{DEU} - FI_i^{Vergleichsland})$$

mit i = Branchen, 2-Steller WZ.

Tabelle 5

Dekomposition der Abweichung der privatwirtschaftlichen FuE-Intensitäten von Deutschland und ausgewählten Vergleichsländern

	Zahl der Branchen	FuE-Intensität (Land)	FuE-Intensität (Deutschland)	Differenz Deutschland – Vergleichsland	Struktur-effekt	Verhaltens-effekt	
		In Prozent		In Prozentpunkten			
Südkorea	2010	27	4,14	2,64	-1,51	-1,77	0,27
Finnland	2011	26	4,37	2,95	-1,42	-0,06	-1,37
Dänemark	2010	27	3,36	2,64	-0,72	-0,03	-0,70
USA	2010	26	2,73	2,64	-0,09	0,53	-0,63
Österreich	2011	27	2,90	2,96	0,05	1,35	-1,29
Belgien	2011	27	2,32	2,96	0,64	0,99	-0,35
Großbritannien	2011	27	1,89	2,96	1,07	0,88	0,19
Niederlande	2011	27	1,65	2,96	1,31	2,29	-0,98
Italien	2010	27	1,04	2,64	1,59	0,62	0,97

Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Struktur- und Verhaltenseffekte erklären Länderunterschiede der privaten FuE-Intensitäten.

Die Tabelle zeigt die Unterschiede zwischen Deutschland und den Vergleichsländern hinsichtlich der privaten FuE-Intensitäten. Während der Verhaltenseffekt oft negativ für Deutschland wirkt, profitiert Deutschland meistens vom Struktureffekt. Beide Effekte werden dabei stark von einzelnen, besonders forschungsintensiven Branchen getrieben, wie die Tabelle 6 exemplarisch

zeigt. So spielt zur Erklärung der im Vergleich zu Südkorea und Finnland um jeweils rund 1,5 Prozentpunkte geringeren FuE-Intensität in Deutschland die Computer- und Elektronikbranche eine herausragende Rolle. In beiden Ländern hat diese forschungsintensive Branche ein deutlich höheres Gewicht als in Deutschland und trägt mit einem Struktureffekt zu-

lasten von Deutschland von 1,8 Prozentpunkten im Vergleich zu Südkorea und 0,5 Prozentpunkten im Vergleich zu Finnland besonders zu den Unterschieden in der FuE-Intensität der privaten Wirtschaft bei. In Finnland hat diese Branche aber auch eine deutlich höhere Intensität (Verhaltenseffekt: 1,3 Prozentpunkte). Im Vergleich zu Großbritannien profitiert Deutschland besonders vom Automobilbau und zwar sowohl vom höheren Gewicht als auch von der höheren FuE-Intensität in dieser Branche.

FuE und Wirtschaftswachstum

Ein erster Blick auf die Relation zwischen dem durchschnittlichen jährlichen Wachstum der FuE-Investitionen sowohl insgesamt als auch in der privaten Wirtschaft einerseits und dem durchschnittlichen jährlichen Wachstum des Bruttoinlandsprodukts andererseits lässt in den

Tabelle 6

Branchen mit den größten Beiträgen zum Unterschied der privatwirtschaftlichen FuE-Intensität zwischen Deutschland und ausgewählten Vergleichsländern

In Prozentpunkten

	Differenz Deutschland - Vergleichsland	Struktureffekt	Verhaltenseffekt
Südkorea 2010	-1,51	-1,77	0,26
Computer und Elektronik	-1,78	-1,75	-0,03
Finnland 2011	-1,42	-0,05	-1,37
Computer und Elektronik	-1,85	-0,54	-1,31
Information und Kommunikation	-0,22	-0,09	-0,13
Automobilbau	0,95	0,22	0,73
Großbritannien 2011	1,10	0,88	0,19
Automobilbau	0,81	0,51	0,29
Maschinenbau	0,22	0,22	0,00

Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Die Spitzenreiter Südkorea und Japan investieren stark in die Computer- und Elektrobranche.

Kasten 3

Zeitreihenanalyse

Die Zeitreihenanalyse liefert Evidenz für einen robusten, signifikant positiven Effekt von den FuE-Investitionen auf das Wirtschaftswachstum. Die theoretische Grundlage bildet eine Produktionsfunktion, die die gesamtwirtschaftliche Aktivität in Zusammenhang bringt mit den Inputfaktoren FuE, Arbeit und Kapital. Auf die Effekte von Humankapital wird hier nicht kontrolliert, weil dessen Maße über die Zeit kaum variieren. Für FuE-Ausgaben werden die realen Bruttoinvestitionen in FuE über den Zeitraum 1964 bis 2012 herangezogen, die um die gesamtwirtschaftliche Preisentwicklung bereinigt wurden.

Da nur vergleichsweise kurze Zeitreihen zur Verfügung stehen, bietet es sich an, Eingleichungsmodelle zu schätzen, die geringere Anforderungen an die Daten stellen und präzisere Schätzungen ermöglichen als Mehrgleichungsmodelle. Die Ergebnisse verweisen auf einen positiven Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum, wobei der Einfluss von FuE-Investitionen auf das Wirtschaftswachstum isoliert von möglichen Feedback-Effekten betrachtet wird. Schätzungen der Produktionsfunktion mit verzögerten FuE-Investitionen zeigen einen Effekt in der Größenordnung von etwa 0,15 Prozentpunkten des BIP-Wachstums in der Folge einer einmaligen Ausweitung der FuE-Investitionen um einen Prozentpunkt. Variationen in den Forschungsausgaben erklären mit gut sechs Prozent einen nicht unerheblichen Teil der Variation in den Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts. Auch Zeitreihenmodelle, die durch Berücksichtigung des Wachstums der Wirtschaft sowie der Produktionsfaktoren vergangener Perioden eine flexiblere Dynamik zulassen (autoregressive distributed lag models) verweisen auf einen signifikant positiven

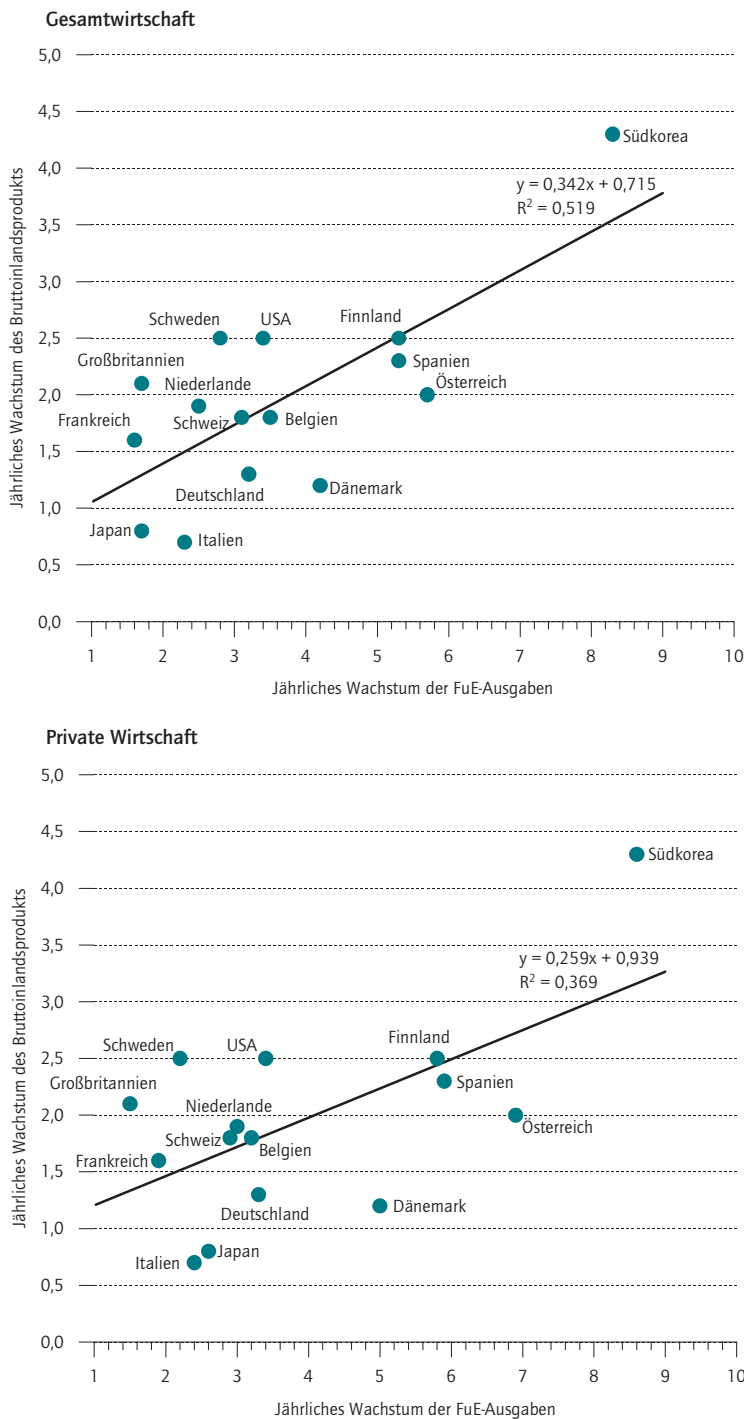
und über verschiedene Spezifikationen robusten Zusammenhang von Forschungsinvestitionen und Wirtschaftswachstum. Dieser fällt sogar etwas größer aus als in der Spezifikation der Produktionsfunktion. Modelle mit zeitvarianten Koeffizienten zeigen, dass der Zusammenhang zwischen den gesamten Forschungsinvestitionen und dem Wirtschaftswachstum im Zeitablauf leicht nachgelassen hat. In einem multivariaten Kontext lässt sich die Wechselwirkung zwischen den FuE-Ausgaben und dem Wirtschaftswachstum explizit berücksichtigen, etwa, dass Veränderungen der Forschungsinvestitionen mit einer Verzögerung auf das Wirtschaftswachstum wirken, was wiederum Rückwirkungen auf zukünftige Forschungsausgaben hat. Granger-Kausalitäts-Tests zeigen, dass die gesamten Investitionen in FuE das Wirtschaftswachstum treiben, sich aber kaum Evidenz für die umgekehrte Richtung findet; die wachstumsfördernde Wirkung von FuE steht daher wohl im Vordergrund.

Impuls-Antworten im Rahmen verschiedener Spezifikationen des vektorautoregressiven Modells zeigen, dass ein Impuls in den FuE-Investitionen zu einer robusten, signifikanten Erhöhung der Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts führt. Dies bestätigt die Ergebnisse der univariaten Schätzungen: In Reaktion auf einen Anstieg der Forschungsausgaben in Höhe von gut drei Prozentpunkten (einer Standardabweichung) kommt es vor allem im ersten darauffolgenden Jahr zu einer signifikant positiven Reaktion des Bruttoinlandsprodukts, dessen Wachstum um gut einen halben Prozentpunkt höher ausfällt. Die Wirkung von FuE-Investitionen auf das Bruttoinlandsprodukt materialisiert sich demnach verhältnismäßig schnell.

Abbildung 6

Jährliches Wachstum des Bruttoinlandsprodukts in Relation zum Wachstum der FuE-Ausgaben insgesamt und der privaten Wirtschaft 1995–2012

In Prozent



Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

© DIW Berlin 2015

Hohe FuE-Investitionen gehen mit stärkerem Wirtschaftswachstum einher..

ausgewählten forschungsstarken OECD-Ländern einen positiven Zusammenhang vermuten (Abbildung 6). Unter der Annahme eines linearen Zusammenhangs geht eine Erhöhung des jährlichen Wachstums der gesamten FuE-Investitionen um einen Prozentpunkt in der Periode 1995 bis 2012 mit einer Erhöhung des jährlichen Wachstums des Bruttoinlandsprodukts um gut 0,3 Prozentpunkte einher. Der Koeffizient für die FuE-Aufwendungen in der privaten Wirtschaft ist etwas kleiner.

Inwieweit sich dieser Zusammenhang mit ökonometrischen Analysen bestätigen lässt, wurde sowohl mit Paneldatenmodellen als auch mit Zeitreihenmodellen untersucht. Mit Paneldatenmodellen kann der kurzfristige Einfluss von FuE auf das Wirtschaftswachstum über mehrere Länder hinweg gemessen werden. Zeitreihenmodelle eignen sich, um dynamische Effekte in einem einzelnen Land zu untersuchen. Sie erlauben zusätzlich eine Analyse des langfristigen Zusammenhangs zwischen FuE-Investitionen und Wirtschaftswachstum. Zur Untersuchung dieses Zusammenhangs werden die Bruttoinvestitionen herangezogen.⁸ Datengrundlage für Deutschland und 18 weitere Industrieländer sind die FuE-Daten der OECD von 1981 bis 2012. Für die Zeitreihenanalysen in Deutschland wurden zusätzlich jährliche FuE-Daten für den öffentlichen Bereich aus den Bundesforschungsberichten sowie für die Wirtschaft des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft verwendet. Die Zeitreihen konnten so bis zum Jahr 1964 zurück verlängert werden.

Sowohl die zeitreihenanalytischen (Kasten 3) als auch die Paneldatenansätze (Kasten 4) führen zu dem Schluss, dass FuE-Investitionen das Wirtschaftswachstum, gemessen am Bruttoinlandsprodukt, in einem Land fördern. So ergeben die Paneldatenanalysen, dass eine Erhöhung des Wachstums der gesamtwirtschaftlichen Forschungsausgaben in den untersuchten OECD-Ländern um einen Prozentpunkt kurzfristig zu einer Erhöhung des Wachstums des Bruttoinlandsprodukts um durchschnittlich 0,05 Prozentpunkte führt. In den Zeitreihenmodellen für Deutschland findet sich sogar ein stärkerer Effekt, der in der präferierten Spezifikation knapp dreimal so hoch ist. Die Effekte lassen sich unter Rückgriff auf eine Produktionsfunktion, die FuE berücksichtigt, mit folgender Beispielrechnung für Deutschland im Jahr 2012 illustrieren: Bei Koeffizienten von 0,15 würde eine Ausweitung der FuE-Ausgaben um eine Milliarde Euro zu einer Erhöhung des Bruttoinlandsprodukts im folgenden Jahr führen, die – je nach unter-

⁸ Die Verwendung von Brutto- anstatt von Nettoinvestitionen stellt sicher, dass es nicht zu einer Verzerrung der Zeitreihendynamik kommt und ist in der Literatur etabliert. Zur Berechnung von Nettoinvestitionen in FuE müssten Annahmen über die Abschreibungen der FuE-Kapitalstöcke getroffen werden (siehe auch Kasten 1), die die Dynamik der Zeitreihe beeinflussen.

Kasten 4

Panelanalyse

Mit Panelmethoden wurde untersucht, ob es über mehrere Länder hinweg einen Effekt von FuE-Ausgaben auf das Wirtschaftswachstum gibt. Der Datensatz umfasst 19 OECD-Länder und enthält Beobachtungen für den Zeitraum von 1981 bis 2011. Theoretische Grundlage der Analysen ist eine Produktionsfunktion, in der das Wirtschaftswachstum durch den Einsatz von Arbeit, Kapital sowie die FuE-Ausgaben determiniert ist.¹ Die Schätzungen werden unter anderem mit dem Fixed-Effect-Schätzer und dem System-GMM-Ansatz durchgeführt. Insbesondere letzterer weist eine Reihe von Vorteilen gegenüber einfacheren Regressions- bzw. Panelansätzen auf: Er ist geeignet, verzerrte Schätzungen aufgrund der (potenziellen) Endogenität von erklärenden Variablen zu vermeiden.

¹ Es wird das theoretische Konzept einer Produktionsfunktion mit Wissenskapital nach Griliches zugrunde gelegt. Vgl. Griliches, Z. (1979): Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *The Bell Journal of Economics*, 92–116. Für die Prüfung der Robustheit der Ergebnisse wurden in den Schätzungen in einem späteren Schritt als weitere Kontrollvariablen die Änderung der Beschäftigungsquote und eine Proxy-Variablen für die Humankapitalausstattung aufgenommen.

In den Untersuchungen findet sich stets ein deutlicher und signifikanter Zusammenhang zwischen den Veränderungsraten der gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben und dem jährlichen Wirtschaftswachstum. Dieses Ergebnis ist unabhängig von den ökonometrischen Schätzverfahren und somit sehr robust. In den mit System-GMM durchgeführten Schätzungen, unter Annahme der Endogenität von FuE-Ausgaben und unter Berücksichtigung von Länder- und Zeiteffekten, beträgt der Effekt 0,05 Prozentpunkte. Eine einmalige Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben um einen Prozentpunkt führt somit zu einem einmaligen Anstieg des Wachstums des Bruttoinlandsprodukts um 0,05 Prozentpunkte.

Weitere Untersuchungen bestätigen diesen positiven Zusammenhang: Zwar findet sich keine überproportionale Wirkung besonders hoher Forschungsinvestitionen in Schätzungen mit nichtlinearen Termen. Allerdings belegen auch diese Schätzungen die Existenz eines positiven Zusammenhangs zwischen den gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben und dem Wirtschaftswachstum. Insgesamt stehen die Ergebnisse der Panelanalysen für 19 OECD-Länder im Einklang mit denen der Zeitreihenanalyse für Deutschland (Kasten 3).

stellter Abschreibungsrate der FuE-Investitionen – zwischen 470 Millionen (Abschreibungsrate von fünf Prozent auf den FuE-Kapitalstock) und gut einer Milliarde Euro (Abschreibungsrate von 15 Prozent) liegt. Allerdings deuten die Ergebnisse der Zeitreihenanalysen darauf hin, dass die Stärke des Wirkungszusammenhangs in Deutschland im Zeitverlauf abgenommen hat. Langfristig liegt der kumulierte Effekt einer einprozentigen Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben bei 0,12 Prozentpunkten. Anzumerken ist allerdings, dass die Schätzung des Zusammenhangs für Deutschland auf einem relativ kleinen Sample basiert und mit erheblicher Unsicherheit verbunden ist.

Die ökonometrischen Analysen zeigen, dass FuE-Investitionen in Industrieländern ein zentraler Treiber für das Wachstum sind. Diese Wachstumserträge voll auszuschöpfen, ist sicherlich nur dann möglich, wenn immer wieder neue Ideen für den Innovationsprozess entwickelt werden.

Fazit

Deutschland hat 2012 das Ziel nahezu erreicht, drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts in FuE zu investieren. Es liegt damit über dem Durchschnitt der OECD-Länder, noch vor den USA und weit vor Frank-

reich und Großbritannien. Unter den größeren forschungsstarken Ländern hatten im Jahr 2012 nur Südkorea, Finnland, Japan und Schweden höhere FuE-Intensitäten. In Deutschland wuchs die FuE ab 2007 sowohl in der Wirtschaft als auch in öffentlichen Forschungseinrichtungen schneller als das Bruttoinlandsprodukt und damit auch im internationalen Vergleich besonders dynamisch. Dies zeigt, dass der öffentlichen Forschung seitdem ein höherer Stellenwert beigemessen wird.

Die Ergebnisse der ökonometrischen Ansätze führen übereinstimmend zu dem Schluss, dass FuE-Investitionen ein zentraler Treiber für das Wachstum sind. So ergeben die Panelanalysen, dass eine Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Forschungsausgaben in den untersuchten OECD-Ländern um einen Prozentpunkt kurzfristig zu einer Erhöhung des Bruttoinlandsprodukt-Wachstums um durchschnittlich 0,05 Prozentpunkte führt. In den Zeitreihenmodellen für Deutschland findet sich sogar ein stärkerer Effekt, der in der präferierten Spezifikation knapp dreimal so hoch ist. Der Einfluss der FuE im privaten und im öffentlichen Bereich ist dabei allerdings kaum zu trennen. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass beide Bereiche in den nationalen Innovationssystemen der untersuchten Industrieländer eng zusammenwirken, wenn auch in den

einzelnen Ländern und über die Zeit in unterschiedlicher Form.

Deutschland ist auf dem richtigen Weg, darf aber bei den Bemühungen, die FuE-Investitionen zu steigern, nicht nachlassen. Für ein Land, das seinen Wohlstand

Heike Belitz ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Unternehmen und Märkte am DIW Berlin | hbelitz@diw.de

Simon Junker ist stellvertretender Leiter der Abteilung Konjunkturpolitik

zu einem bedeutenden Anteil der FuE-intensiven Industrie und den produktionsnahen wissensintensiven Dienstleistungen verdankt, bleiben Investitionen in FuE sowohl in der Wirtschaft als auch im öffentlichen Bereich eine zentrale Voraussetzung für das künftige Wachstum.

Max Podstawski ist Doktorand in der Abteilung Konjunkturpolitik

Alexander Schiersch ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Unternehmen und Märkte am DIW Berlin

GROWTH THROUGH RESEARCH AND DEVELOPMENT

Abstract: DIW Berlin has examined the effects of investment in research and development on economic growth in Germany and other OECD countries. Their results show that an increase of one percentage point in research and development spending in the economy as a whole leads to a short-term average increase in GDP growth of approximately 0.05 to 0.15 percentage points. The coefficient for Germany is at the upper end of that range. The analysis shows, however, that it is difficult to separate the effect of aggregate

R&D into contributions from private- and public sector R&D. R&D investment in both sectors has seen strong growth in Germany in recent years, particularly when compared internationally. For a country that owes its prosperity largely to its research-intensive manufacturing sector and to production-related, knowledge-intensive services, research and development remains key to future growth. It is therefore essential that Germany does not ease up on its efforts to increase R&D investment.

JEL: O11, O30, O47, C33

Keywords: Economic growth, Research and Development, International comparison



DIW Berlin – Deutsches Institut
für Wirtschaftsforschung e.V.
Mohrenstraße 58, 10117 Berlin
T +49 30 897 89 -0
F +49 30 897 89 -200
82. Jahrgang

Herausgeber

Prof. Dr. Pio Baake
Prof. Dr. Tomaso Duso
Dr. Ferdinand Fichtner
Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.
Prof. Dr. Peter Haan
Prof. Dr. Claudia Kemfert
Dr. Kati Krähnert
Prof. Dr. Lukas Menkhoff
Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.
Prof. Dr. Jürgen Schupp
Prof. Dr. C. Katharina Spieß
Prof. Dr. Gert G. Wagner

Chefredaktion

Sylvie Ahrens-Urbaneck
Dr. Kurt Geppert

Redaktion

Renate Bogdanovic
Sebastian Kollmann
Marie Kristin Marten
Dr. Wolf-Peter Schill
Dr. Vanessa von Schlippenbach

Lektorat

Antonia Grohmann
Dr. Simon Junker

Pressestelle

Renate Bogdanovic
Tel. +49-30-89789-249
presse@diw.de

Vertrieb

DIW Berlin Leserservice
Postfach 74
77649 Offenburg
leserservice@diw.de
Tel. (01806) 14 00 50 25
20 Cent pro Anruf
ISSN 0012-1304

Gestaltung

Edenspiekermann

Satz

eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

Druck

USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung –
auch auszugsweise – nur mit Quellen-
angabe und unter Zusendung eines
Belegexemplars an die Serviceabteilung
Kommunikation des DIW Berlin
(kundenservice@diw.de) zulässig.

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.