

CWS

Center für Wirtschaftspolitische Studien
des Instituts für Wirtschaftspolitik



Folgen des wirtschaftlichen Strukturwandels für die langfristige Entwicklung der FuE-Intensität im internationalen Vergleich

Birgit Gehrke und Ulrich Schasse

unter Mitarbeit von

Vivien-Sophie Gulden und Mark Leidmann

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 8-2017

Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS)
des Instituts für Wirtschaftspolitik
Leibniz Universität Hannover
Königsworther Platz 1, 30167 Hannover
www.cws.uni-hannover.de

Zweite, erweiterte Fassung; Oktober 2017

Diese Studie wurde im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Die EFI hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

Studien zum deutschen Innovationssystem
Nr. 8-2017
ISSN 1613-4338

Herausgeber
Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle:
c/o Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
Pariser Platz 6
10117 Berlin
www.e-fi.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 der EFI oder des Instituts reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kontakt und weitere Informationen

Dr. Ulrich Schasse
Center für Wirtschaftspolitische Studien
Institut für Wirtschaftspolitik
Leibniz Universität Hannover
Königsworther Platz 1, 30167 Hannover
Tel.+49-511-762 14593
Fax +49-511-762 4574
Email: schasse@cws.uni-hannover.de

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	I
	Abbildungsverzeichnis.....	II
	Tabellenverzeichnis	III
	Verzeichnis der Übersichten	III
	Verzeichnis der Tabellen im Anhang.....	III
0	Wichtiges in Kürze	1
1	Übersicht und Untersuchungsansatz	3
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Methoden und Daten.....	4
2	Komponenten der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität	8
3	Komponenten der FuE-Intensität der Wirtschaft	11
3.1	Strukturbereinigte (adjusted) FuE-Intensitäten im internationalen und intertemporalen Vergleich.....	11
3.2	Komponentenzerlegungen	17
3.2.1	Relative Komponentenzerlegung.....	18
3.2.2	Dynamische Komponentenzerlegung	28
4	Differenzierung nach Sektor- und Ländereffekten	32
4.1	Sektor-, Länder- und Zeiteffekte.....	32
4.2	Weitere Einflussfaktoren	36
5	Fazit	41
6	Literaturverzeichnis	44
	Anhang.....	47
	Abkürzungsverzeichnis.....	51

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 2007 und 2013 12

Abb. 3.2: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Deutschland, Großbritannien, Italien, Belgien, Niederlande, Österreich..... 13

Abb. 3.3: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Spanien, Portugal, Irland, Norwegen, Frankreich, Finnland..... 14

Abb. 3.4: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Polen, Ungarn, Tschechische Republik, Slowakische Republik, Slowenien, Japan 15

Abb. 3.5: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Schweden, Südkorea, USA, Kanada 16

Abb. 3.6: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern 1994 bis 2014 17

Abb. 3.7: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Japan, USA, Kanada 21

Abb. 3.8: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Italien, Spanien, Belgien, Niederlande, Österreich, Norwegen 23

Abb. 3.9: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Polen, Ungarn, Tschechische Republik, Slowakische Republik, Slowenien, Portugal..... 25

Abb. 3.10: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Schweden, Finnland, Irland, Südkorea..... 27

Abb. 5.1: Fortschreibung der Komponentenzerlegung der FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft für das Jahr 2014 unter der Annahme eines Wertschöpfungseinbruchs im Automobilbau..... 43

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Mittlerer Beitrag einzelner FuE-Sektoren zur jährlichen Veränderung der gesamten FuE-Aufwendungen 1995 bis 2013	9
Tab. 2.2:	Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Deutschland 2012 bis 2014	9
Tab. 3.1:	Komponenten der durchschnittlichen Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft in 22 OECD-Ländern von 1995 bis 2007	29
Tab. 3.2:	Komponenten der durchschnittlichen Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft in 21 OECD-Ländern von 2008 bis 2013	31
Tab. 4.1:	Zeit-, länder- und wirtschaftszweigspezifische Effekte 1995 bis 2007 (OLS, Dummy-Variablen-Ansatz)	33
Tab. 4.2:	Zeit-, Länder- und Wirtschaftszweigspezifische Effekte 2008 bis 2013 (OLS, Dummy-Variablen-Ansatz)	35
Tab. 4.3:	Fixed Effects Model, 22 Länder, 1995 bis 2007	39
Tab. 4.4:	Fixed Effects Model, 21 Länder, 2008 bis 2013	39
Tab. 4.5:	Fixed Effects Model, 22 Länder, 2009 bis 2013	40

Verzeichnis der Übersichten

Übersicht 1.1:	Wirtschaftszweigdifferenzierung nach ISIC Rev. 3 und ISIC Rev. 4	7
Übersicht 3.1:	Bestimmungsfaktoren der FuE-Intensität der Wirtschaft	18

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A.2.1:	Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchführenden Sektoren im internationalen Vergleich 2004 und 2014	47
Tab. A.4.1:	FuE-Intensität in der Wirtschaft: 1995 bis 2007 (FuE-Aufwendungen/Bruttowertschöpfung in %)	48
Tab. A.4.2:	FuE-Intensität in der Wirtschaft: 2008 bis 2013 (FuE-Aufwendungen/Bruttowertschöpfung in %):	49
Tab. A.4.3:	Deskriptive Statistiken	50

0 Wichtiges in Kürze

Internationaler und sektoraler Strukturwandel manifestiert sich in unterschiedlichen Prozessen, die Auswirkungen auf die internationale Verteilung von FuE-Aufwendungen und Wirtschaftsleistung haben und somit langfristige Vergleiche von FuE-Intensitäten betreffen. Ziel dieser Studie war es, diesen Sachverhalt mit Hilfe alternativer Indikatoren und Methoden wie strukturbereinigten FuE-Intensitäten und einer Komponentenzerlegung zu untersuchen. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf die FuE-Intensität der Wirtschaft gelegt, da diese in Deutschland wie auch im OECD-Durchschnitt rund zwei Drittel der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität determiniert.

Der Vergleich der tatsächlichen mit den um die Wirtschaftsstruktur bereinigten FuE-Intensitäten macht deutlich, dass vor allem Südkorea, aber auch Deutschland, Japan, Finnland und Schweden eine deutlich niedrigere FuE-Intensität der Wirtschaft aufweisen würden, wenn ihre Wirtschaftsstruktur dem Durchschnitt der betrachteten 22 OECD-Länder entspräche. In all diesen Ländern haben forschungsintensive Industrien ein vergleichsweise hohes Gewicht innerhalb der wirtschaftlichen Wertschöpfung. Alle anderen Länder, insbesondere Frankreich, Belgien und Norwegen, wären beim strukturbereinigten Indikator hingegen besser positioniert.

Die Zerlegung der Abweichung nationaler FuE-Intensitäten vom OECD-Länderdurchschnitt in eine Strukturkomponente zur Beschreibung intersektoraler Gewichtsunterschiede und eine Verhaltenskomponente zur Indizierung unterschiedlicher intrasektoraler FuE-Neigung zeigt, dass beide Komponenten in langer Frist teils gegenläufig wirken. Dies gilt z.B. im Fall von Deutschland, Frankreich, Belgien, Österreich, Ungarn, der Tschechischen Republik, aber auch der USA und Südkoreas. Teils sind aber auch beide Komponenten gemeinsam für eine relativ stärkere (Japan, Schweden) bzw. schwächere Position (Kanada, Italien, Spanien, Niederlande, Polen) einzelner Volkswirtschaften im Vergleich zum Länderdurchschnitt verantwortlich.

In Deutschland hat sich die FuE-Intensität der Wirtschaft im Verlauf des letzten Jahrzehnts zunächst günstiger entwickelt als der Länderdurchschnitt, ist danach relativ aber wieder etwas zurückgefallen, so dass sich in den letzten Jahren nur noch geringe positive Abweichungen zeigen. Der Struktureffekt ist klar positiv und im Zeitablauf weiter gewachsen, d.h. das Gewicht forschungsintensiver Industrien innerhalb der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung hat weiter zugenommen. Dieser Befund ist vor allem dem Automobilbau zuzuschreiben, weniger ausgeprägt auch Maschinenbau, Elektrischen Ausrüstungen sowie Chemie/Pharma, dort allerdings mit zuletzt nachlassender Tendenz. Im Gegensatz dazu ist die Verhaltenskomponente, die die unterschiedliche FuE-Neigung innerhalb der Wirtschaftszweige abbildet, in Deutschland unterdurchschnittlich und tendenziell weiter rückläufig. Dies gilt für alle wichtigen forschungsintensiven Branchen in Industrie und Dienstleistungen, besonders ausgeprägt aber für Chemie/Pharma, Informations- und Kommunikationsdienstleistungen sowie spätestens seit Mitte des letzten Jahrzehnts auch für den Automobilbau. Starke Wertschöpfungsverluste im Automobilbau würden die deutsche Position im Länderranking gemessen an der FuE-Intensität sehr deutlich nach unten verschieben.

Auch die Analyse des Beitrags von Verhaltens- und Struktureffekt auf die absolute Entwicklung der FuE-Intensitäten einzelner Länder (im Gegensatz zur oben betrachteten relativen Abweichung vom OECD-Durchschnitt) im Zeitablauf belegt, dass der moderate Zuwachs der durchschnittlichen FuE-Intensität der Wirtschaft in Deutschland in beiden Betrachtungsperioden im Wesentlichen vom Struktureffekt geprägt war, der den ebenfalls positiven Verhaltenseffekt klar dominiert hat. Hiermit zeigt Deutschland eine im Ländervergleich einzigartige Entwicklung, die durch den hohen Einfluss des Au-

tomobilbaus jedoch gewisse Risiken birgt - gerade vor dem Hintergrund dringender Anpassungserfordernisse (E-Mobilität), die die Kernkompetenzen der Branche betreffen.

Struktur- und Verhaltenskomponenten der FuE-Intensität der einzelnen Länder spiegeln sich bei multivariater Analyse des Zusammenhangs von Wirtschaftsstruktur und FuE-Intensität in entsprechenden Wirtschaftszweig- und Ländereffekten. Insgesamt bestätigen die Ergebnisse, dass die FuE-Intensität der Wirtschaft in hohem Maße von der Wirtschaftsstruktur des jeweiligen Landes abhängt. Länderspezifika, die darüber hinausgehen, sind ebenfalls relevant, insgesamt allerdings weitaus weniger als die Wirtschaftsstruktur. Langfristig bilden die Unterschiede in der FuE-Intensität zwischen Ländern zum großen Teil deren unterschiedliche Entwicklungspfade beim intersektoralen Strukturwandel ab. Das unterschiedliche Wachstum FuE-intensiver Wirtschaftszweige spiegelt sich deshalb stärker in der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität eines Landes als Prozesse, die zwar eine Steigerung der FuE-Intensität innerhalb einer Branche bewirken, aber keine oder nur geringe Wachstumsimpulse auslösen.

Konsequenterweise müsste eine Wirtschafts- und Innovationspolitik, die auf die Steigerung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität abzielt, viel stärker auf solche Faktoren setzen, die das Wachstum forschungsintensiver Wirtschaftszweige in der Breite beschleunigen. Gesamtwirtschaftlich sind dies vor allem Maßnahmen zur Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und zur weiteren Entwicklung komplementärer FuE-Aktivitäten im öffentlichen Bereich. Wie sehr sich dabei die Konzentration einzelner Länder auf spezifische Wirtschaftszweige vom Vor- zum Nachteil hinsichtlich der FuE-Intensität entwickeln kann, zeigt u.a. Finnland, aber auch das beispielhafte Szenario eines Wertschöpfungseinbruchs in der deutschen Automobilindustrie. Der alleinige Blick auf die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität greift auch deshalb zu kurz.

1 Übersicht und Untersuchungsansatz

1.1 Einleitung

Die Aussagekraft der Indikatoren zur Beurteilung der Dynamik und Leistungsfähigkeit des Forschungs- und Innovationssystems wird durch langfristige Prozesse des wirtschaftlichen Strukturwandels merklich beeinflusst. Dies gilt auch und gerade für die gesamtwirtschaftliche Forschungs- und Entwicklungsintensität (FuE-Intensität) als einer der bedeutendsten und am häufigsten verwendeten Indikatoren für die Messung des Innovationsinputs von Volkswirtschaften. FuE und Innovationen sind nachweislich eine wesentliche Determinante von Produktivität, Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit. Die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität ist deshalb eine wichtige Zielmarke für die Politik (3-Prozent-Ziel).

Die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität setzt sich aus den FuE-Investitionen der Wirtschaft, aus Hochschulen sowie sonstigen öffentlichen Einrichtungen zusammen (vgl. Abschnitt 2). Da in Deutschland wie auch den meisten anderen Ländern rund zwei Drittel der gesamten inländischen FuE-Aufwendungen auf die Wirtschaft entfallen, ist davon auszugehen, dass die Höhe der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität maßgeblich von der Wirtschaft und deren Struktur abhängt. Ändert sich diese (intersektoraler Strukturwandel), hat dies auch Einfluss auf die langfristige Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität. In dem Maße wie forschungsintensive Wirtschaftszweige (in Industrie und Dienstleistungen) an wirtschaftlicher Bedeutung gewinnen und weniger forschungsintensive Branchen schrumpfen – ohne dass sich die Intensität, mit der die dortigen Unternehmen FuE betreiben, verändert –, steigt die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität eines Landes und umgekehrt (vgl. z. B. OECD 2015).

Darüber hinaus können intrasektorale, unternehmensspezifische Merkmale (z. B. Firmengröße, Produktivität, Produktspezifika, funktionale Ausrichtung, etc.) Ursache dafür sein, dass sich das FuE-Verhalten von Unternehmen derselben Branche im internationalen Vergleich wie auch innerhalb eines Landes¹ unterscheidet. Insofern nehmen auch Veränderungen innerhalb von Sektoren (intrasektoraler Strukturwandel) Einfluss auf die spezifische FuE-Neigung der jeweiligen Unternehmen und wirken damit ebenfalls auf die langfristige Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität. So sind Kommunikationsdienstleistungen der 1980er und frühen 1990er Jahre, die vor allem aus Post- und Telefondienstleistungen bestanden, nur noch schwer mit den heutigen Dienstleistungen der modernen Internetwirtschaft, die ungleich mehr in FuE investieren, vergleichbar. Auch der funktionale Strukturwandel, der sich im Wandel der Tätigkeiten der Beschäftigten in Unternehmen desselben Wirtschaftszweigs oder derselben Technologieklasse manifestiert (vgl. Eickelpasch 2014 und Cordes, Gehrke 2015), sollte sich in einem veränderten FuE-Verhalten ausdrücken.

Des Weiteren ist zu vermuten, dass auch die von multinationalen Unternehmen (MNU) vorangetriebene Globalisierung der Produktion, aber auch von FuE und Innovationen Einfluss auf die Höhe und Entwicklung nationaler FuE-Intensitäten und entsprechender Länderrankings hat. Parallel dazu nimmt die regionale Bindung innerhalb nationaler Innovationssysteme ab. Traditionell wird die Durchführung von FuE an ausländischen Produktionsstätten mit der Anpassung von Produkten und Technologien an die spezifischen Anforderungen dieser Märkte begründet. Eine weitere, in jüngerer Zeit immer

¹ So lassen sich Unterschiede zwischen der privaten FuE-Intensität in West- und Ostdeutschland im Wesentlichen durch unterschiedliche Wirtschafts- und Unternehmensstrukturen erklären (Eickelpasch 2015).

wichtigere Motivation liegt im Zugang zu ausländischen FuE-Ressourcen und spezifischem technologischen Wissen mit positiven Effekten auch für die Wettbewerbsfähigkeit des gesamten Konzerns und damit auch für heimische Standorte.² FuE-Standortentscheidungen multinationaler Unternehmen können sich günstig auf Produktion und Wertschöpfung des jeweiligen Ziellandes auswirken³ und damit sowohl den intersektoralen Strukturwandel im Inland wie im Ausland als auch das unternehmensspezifische FuE-Verhalten und damit den intrasektoralen Strukturwandel in beiden Regionen beeinflussen. Aus der Sicht einzelner Volkswirtschaften gibt die Entwicklung der FuE-Aktivitäten von MNU im In- und Ausland Hinweise darauf, ob der heimische Forschungs- und Innovationsstandort mit seiner Ausstattung etwa an qualifiziertem Personal und Wissenschaftseinrichtungen, aber auch mit seinen jeweiligen Rahmenbedingungen für die Umsetzung von neuen Technologien am Markt im internationalen Vergleich attraktiv ist.⁴

Internationaler und sektoraler Strukturwandel manifestiert sich demnach in unterschiedlichen Prozessen, die Auswirkungen auf die internationale Verteilung von FuE-Aufwendungen und Wirtschaftsleistung haben und so insbesondere langfristige Vergleiche von FuE-Intensitäten betreffen. Ziel dieser Studie ist es, diesen Sachverhalt mittels geeigneter Methoden, Indikatoren und Daten sichtbar zu machen. Der Fokus richtet sich dabei auf die FuE-Intensität der Wirtschaft als maßgebliche Determinante der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität.

1.2 Methoden und Daten

Zur Abbildung des Einflusses von Wirtschaftsstrukturen sowie von Unterschieden in der FuE-Neigung zwischen Unternehmen gleicher Branchen auf die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität werden deskriptive und multivariate Verfahren genutzt.

Bei den deskriptiven Verfahren werden zum einen strukturbereinigte FuE-Intensitäten gebildet, zum anderen Komponentenerlegungen durchgeführt:

- Strukturbereinigte FuE-Intensitäten der Wirtschaft (adjusted business R&D intensities, vgl. OECD 2015) sind ein Indikator für die längerfristige Entwicklung von FuE-Intensitäten unter der Annahme international identischer Sektorstrukturen in der Wirtschaft. Abweichungen zwischen strukturbereinigten und tatsächlichen FuE-Intensitäten geben einen ersten Überblick über die Bedeutung und Wirkungsrichtung nationaler Wirtschaftsstrukturen im internationalen Vergleich (Abschnitt 3.1).
- Mit Hilfe sogenannter Dekompositionsverfahren lassen sich Abweichungen nationaler FuE-Intensitäten auf Unterschiede im Hinblick auf den Wertschöpfungsanteil einzelner Wirtschaftszweige (Struktureffekt) sowie auf Unterschiede in den sektoralen FuE-Intensitäten (Verhaltenseffekt) zurückführen.⁵ Auf diese Weise lassen sich langfristige Veränderungen beobachten und der jeweilige Beitrag einzelner Wirtschaftszweige zu beiden Komponenten analysieren (Abschnitt 3.2). Hierbei

² Vgl. dazu z. B. Ambos (2005), OECD (2007), Song et al. (2011), Griffith et al. 2006, Criscuolo 2009, Lahiri 2010 oder den Überblick bei Belderbos et al. 2013.

³ Vgl. dazu Belitz et al.(2015) und Leitner et al. (2012).

⁴ Vgl. dazu zuletzt Schasse et al. 2016.

⁵ Für einen Überblick zur Methode und verschiedenen empirischen Anwendungen im internationalen Vergleich vgl. Moncada-Paternò-Castello (2016), für die deutsche Perspektive Belitz et al. (2015). Ähnliche Verfahren der Komponentenerlegung lassen sich auch zur Erklärung langfristiger Veränderungen bestimmter Indikatoren innerhalb eines Landes nutzen. Vgl. dazu z. B. Legler, Schasse (2010) in Bezug auf die Veränderung des FuE-Personaleinsatzes in Deutschland oder Leszczensky et al. (2009) in Bezug auf die Veränderungen des Humankapitaleinsatzes in Deutschland und anderen europäischen Ländern.

wird zum einen ein methodischer Ansatz verfolgt, der jährliche Abweichungen nationaler FuE-Intensitäten von anderen Ländern oder Regionen (hier: vom OECD-Durchschnitt) analysiert (Abschnitt 3.2.1: Relative Komponentenerlegung). Zum anderen wird der Beitrag von Verhaltenseffekt und Struktureffekt auf die längerfristige Veränderung der durchschnittlichen FuE-Intensität einzelner Länder untersucht (Abschnitt 3.2.2: Dynamische Komponentenerlegung).

Darüber hinaus werden multivariate Verfahren angewendet (vgl. dazu Matthieu, van Pottelsberghe de la Potterie 2010, Erken 2008). Dabei werden zunächst Branchen- und Länderdummies genutzt (Abschnitt 4.1). Weiterhin werden auf Makroebene die Zusammenhänge der FuE-Intensität der Wirtschaft mit gesamtwirtschaftlichen Indikatoren, die Einfluss auf die Wirtschaftsstruktur haben (Wirtschaftskraft, Wettbewerbsfähigkeit, Technologiepotential, die Internationalisierung von FuE), untersucht (Abschnitt 4.2).

Die Analyse basiert auf den von der OECD in den ANBERD-, STAN- und National Account (SNA)-Datenbanken publizierten Daten zu FuE-Aufwendungen⁶ und Wertschöpfung⁷. Sie wurden teils durch Daten von Eurostat⁸ und nationalen Statistikämtern ergänzt. Auf einzelne Länder und Jahre bezogene fehlende Werte konnten zum Teil durch geeignete Imputationsverfahren geschätzt werden. Der Wechsel in der Wirtschaftszweigsystematik von ISIC Rev. 3 (bzw. NACE Rev. 1.1) auf ISIC Rev. 4 (bzw. NACE Rev. 2) hat auf sektoraler Ebene zu teils erheblichen Unterschieden geführt, die der direkten Verknüpfung beider Datenreihen entgegenstehen. Selbst bei „de facto“ namensgleichen Wirtschaftszweigen ist kein direkter Anschluss möglich, weil sich bspw. bestimmte Dienstleistungstätigkeiten innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes, die nach ISIC Rev. 3 zum Maschinenbau, zu Elektrotechnik oder Datenverarbeitung/Elektronik zählten, nach ISIC Rev. 4 zum Wirtschaftszweig Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen gehören. Deshalb werden die Analysen bis einschließlich 2007 nach der bis dato gültigen Klassifikation (ISIC Rev. 3) vorgenommen, ab 2008 nach der nunmehr gültigen ISIC Rev. 4.

Für die multivariaten Analysen werden weitere gesamtwirtschaftliche Kennziffern genutzt, z. B. die gesamten öffentlichen FuE-Aufwendungen der Länder und das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (OECD, Main Science and Technology Indicators) sowie die relativen Lohnstückkosten im internationalen Vergleich (OECD.STAT: Monthly Monetary and Financial Statistics (MEI)⁹). Da Daten zur Globalisierung von FuE im Länder- und Zeitvergleich nur sehr begrenzt verfügbar sind, werden zur Instrumentalisierung der FuE-Internationalisierung von Ländern Unterschiede zwischen den in der amtlichen Statistik (OECD, Eurostat) ausgewiesenen inländischen FuE-Aufwendungen (nach FuE-Standort) und den im EU Industrial R&D Scoreboard ermittelten FuE-Aufwendungen großer Unternehmen (nach Konzernhauptsitz) genutzt (vgl. European Commission 2015).¹⁰

⁶ OECD-Datenbank: <http://stats.oecd.org/>: Industry and Services / Structural Analysis (STAN) Databases /: STAN R&D expenditures in industry (ISIC Rev. 4), STAN Archives / STAN R&D Expenditure in Industry (archived version of ANBERD in ISIC Rev. 3).

⁷ OECD-Datenbank: <http://stats.oecd.org/>: Industry and Services / Structural Analysis (STAN) Databases /: STAN Database for Structural Analysis (ISIC Rev. 3), STAN Database for Structural Analysis (ISIC Rev. 4) ergänzt um Industry and Services / National Accounts / Annual National Accounts / Detailed Tables and Simplified Accounts/.

⁸ Eurostat Database: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>: Thema Wissenschaft und Technologie / Forschung und Entwicklung / Statistiken über Forschung und Entwicklung / FuE-Ausgaben und FuE-Personal auf nationaler und regionaler Ebene nach Industriezweigen (getrennt nach NACE Rev. 1.1 und NACE Rev. 2).

⁹ OECD.STAT: Monthly Monetary and Financial Statistics (MEI), vgl. OECD Economic Outlook Sources and Methods (<http://www.oecd.org/eco/sources-and-methods.htm>).

¹⁰ Vgl. dazu auch Gehrke, Wassmann, Rammer (2015) für die Bewertung des FuE-Standorts Deutschlands für die Chemische Industrie sowie die Bewertung der internationalen FuE-Position deutscher Chemieunternehmen.

China, dessen gewachsene Einbindung in die internationale Arbeitsteilung einerseits und zunehmende Technologieorientierung andererseits auch zu maßgeblichen Verschiebungen der weltweiten FuE-Kapazitäten geführt hat,¹¹ muss in dieser bewusst langfristig angelegten Untersuchung unberücksichtigt bleiben, weil keine geeigneten sektoralen FuE- und Wertschöpfungsdaten in langer Reihe verfügbar sind.

Die Analysen für die FuE-Aufwandsintensität der Wirtschaft (FuE-Aufwendungen in Relation zur Wertschöpfung, beides gemessen in um Kaufkraftparitäten bereinigte US-Dollar) erfolgen getrennt für die beiden Perioden 1995 bis 2007 sowie 2008 bis 2013, weil der Methodikwechsel von ISIC Rev. 3 auf ISIC Rev. 4 auf der Ebene von Wirtschaftszweigen keine langfristigen Analysen zulässt (s. o.). In der Periode 1995 bis 2007 wird zwischen 26 Wirtschaftszweigen nach ISIC Rev. 3 differenziert, in der Periode 2008 bis 2013 zwischen 30 Wirtschaftszweigen nach ISIC Rev. 4 (Übersicht 1.1).

Die Untersuchungen zur FuE-Aufwandsintensität können für insgesamt 22 OECD-Länder durchgeführt werden: Deutschland, Frankreich, Italien, Großbritannien, Belgien, Niederlande, Österreich, Finnland, Schweden, Irland, Portugal, Spanien, Tschechische Republik, Slowakische Republik, Polen, Ungarn, Slowenien, Norwegen, Japan, Südkorea, USA, Kanada. Im Jahr 2013 machten diese Länder 94 % der FuE-Aufwendungen und 86 % der Wertschöpfung (Value Added) der OECD-Länder aus,¹² so dass sich im Hinblick auf diese Ländergruppe ein sehr umfassendes Bild ergibt.

Für die fehlenden 12 OECD-Länder (Dänemark, Estland, Luxemburg, Griechenland, Schweiz, Türkei, Island, Israel, Mexiko, Chile, Neuseeland, Australien) liegen keine hinreichenden Angaben zu den FuE-Aufwendungen oder zur Wertschöpfung auf sektoraler Ebene vor, so dass keine sinnvollen Schätzungen, und sei es nur für Teilperioden, möglich sind. Dies gilt bei den deskriptiven Analysen (strukturbereinigte FuE-Intensitäten, Komponentenerlegung) auch für Japan in der Periode ab 2008, weil für wichtige Wirtschaftszweige nur unzureichende Wertschöpfungsdaten nach ISIC 4 verfügbar sind. Schätzungen der FuE-Intensität Japans auf Basis der Wertschöpfungsstrukturen zum Ende der Vorperiode werden nur im gesamtwirtschaftlichen Kontext verwendet.

Neben der FuE-Aufwandsintensität zusätzlich die FuE-Personalintensität, gemessen als Relation aus dem gesamten FuE-Personal¹³ in Vollzeitäquivalenten und der Gesamtbeschäftigung¹⁴, als Indikator für die FuE-Intensität der Wirtschaft herangezogen werden. Hierbei stellt sich aber das Problem, dass die USA bisher keine Angaben zum gesamten FuE-Personal liefern, sondern lediglich Daten zum wissenschaftlichen FuE-Personal ausweisen.¹⁵ Demzufolge ist der Referenzmaßstab, d.h. der Durchschnitt über alle einbezogenen Länder ohne das gewichtige Berichtsland USA, in diesem Fall ein völlig anderer als bei der FuE-Aufwandsintensität, so dass sich die Entwicklung der Indikatoren und Effekte über die Zeit nicht vergleichen lässt.

¹¹ Die FuE-Aufwendungen der chinesischen Wirtschaft betragen 2013 in Kaufkraftparitäten gemessen rund 255,5 Mrd. US-Dollar und lagen damit in absoluten Zahlen gemessen auf Platz 2 hinter den USA (355,5 Mrd. US-Dollar) und deutlich vor Japan (123,5 Mrd. US-Dollar) und Deutschland (69 Mrd. US-Dollar). Im Jahr 2000 erreichten die FuE-Ausgaben der Wirtschaft in China erst knapp 20 Mrd. US-Dollar und 10 % der US-Ausgaben bzw. gut die Hälfte der deutschen Aufwendungen (37 Mrd. US-Dollar) (Quelle: OECD, MSTI 1-2016).

¹² Eigene Berechnungen auf Basis von OECD, Main Science and Technology Indicators 1-2016.

¹³ OECD-Datenbank: <http://stats.oecd.org/>: Science, Technology and Patents / Research and Development Statistics / Business Enterprise R&D personnel.

¹⁴ Siehe Fußnote 7.

¹⁵ Erst seit Berichtsjahr 2011 wird im Rahmen des US-amerikanischen Business Research, Development and Innovation Survey (BRDIS) auch das gesamte FuE-Personal in Vollzeitäquivalenten in nationaler Wirtschaftszweigklassifikation (NAICS) erhoben. Diese Grunddaten sind bisher aber noch nicht in die OECD-Statistik eingeflossen.

Übersicht 1.1: Wirtschaftszweigdifferenzierung nach ISIC Rev. 3 und ISIC Rev. 4

ISIC Rev. 3*: bis einschließlich 2007	ISIC Rev. 4*: ab 2008
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (01-05)	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A)
Bergbau & Gewinnung von Steinen & Erden (10-14)	Bergbau & Gewinnung von Steinen & Erden (B)
Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung (15-16)	Nahrungsmittel, Getränke, Tabak (C10-C12)
Textilien, Bekleidung, Leder (17-19)	Textilien, Bekleidung, Leder (C13-C15)
Holz & Papier, Drucken und Vervielfältigung (20-22)	Holz & Papier, Drucken und Vervielfältigung (C16-C18)
Kokerei und Mineralölverarbeitung (23)	Kokerei und Mineralölverarbeitung (C19)
Chemische & pharmazeutische Erzeugnisse (24)	Chemische & pharmazeutische Erzeugnisse (20-21)
Gummi- und Kunststoffwaren (25)	Gummi- und Kunststoffwaren (C22)
Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen & Erden (26)	Glas & Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen & Erden (C23)
Metallerzeugung & -bearbeitung (27)	Metallerzeugung & -bearbeitung (C24)
Metallerzeugnisse (28)	Metallerzeugnisse (C25)
Maschinenbau (29)	DV-Geräte, elektronischen & optischen Erzeugnisse (C26)
Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen (30)	Elektrische Ausrüstungen (C27)
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä. (31)	Maschinenbau (C28)
Rundfunk- und Nachrichtentechnik (32)	Kraftwagen und Kraftwagenteile (C29)
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Uhren (33)	Sonstiger Fahrzeugbau (C30)
Kraftwagen und Kraftwagenteile (34)	Möbeln und sonstige Waren (C31-C32)
Sonstiger Fahrzeugbau (35)	Reparatur & Installation v. Maschinen und Ausrüstungen (C33)
Möbel und sonst Waren, Recycling (36-37)	Energie- & Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung (D-E)
Energie- und Wasserversorgung (40-41)	Baugewerbe/Bau (F)
Baugewerbe (45)	Handel (G)
Handel (50-52)	Verkehr & Lagerei (H)
Verkehr und Nachrichtenübermittlung (60-64)	Gastgewerbe/Beherbergung und Gastronomie (I)
Kredit- und Versicherungsgewerbe (65-67)	Information & Kommunikation (J)
Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen, a.n.g. (71-74)	Finanz- & Versicherungsdienstleistungen (K)
(Übrige)	Freiberufliche, wissenschaftl. & techn. Dienstleistungen (M)
	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen (N)
	Kunst, Unterhaltung & Erholung (R)
	Sonstige Dienstleistungen (S)
	(Übrige)

* Wirtschaftszweikkodierung in Klammern

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die Grunddaten und Berechnungen zur FuE-Personalintensität liegen vor. Die folgenden Analysen beziehen sich aufgrund der oben beschriebenen Restriktionen jedoch **ausschließlich** auf die FuE-Aufwandsintensität (FuE-Aufwendungen in Relation zur Wertschöpfung).

2 Komponenten der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität

Die FuE-Intensität eines Landes misst die gesamtgesellschaftlichen FuE-Aktivitäten (GERD) am gesamten volkswirtschaftlichen Output (Bruttoinlandsprodukt: GDP) eines Jahres. D. h. neben den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (BERD) fließen in den Zähler auch die FuE-Aufwendungen von Hochschulen (HERD) und anderen außeruniversitären öffentlichen Forschungseinrichtungen (GOVERD) ein. Darüber hinaus weisen einzelne Länder zusätzlich noch FuE-Aufwendungen von privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (PNP) aus, die anteilmäßig jedoch kaum bis gar nicht ins Gewicht fallen.

$$GERD = BERD + HERD + GOVERD + PNP \quad (2.1)$$

$$GERD/GDP = BERD/GDP + HERD/GDP + GOVERD/GDP + PNP/GDP \quad (2.2)$$

In Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen werden zentrale Grundlagen und wichtige Ergänzungen für die in Unternehmen durchgeführte FuE gelegt. Unternehmen richten FuE eher an kurz- und mittelfristigen Markt- und Absatzaussichten aus und setzen ihre Mittel deshalb vor allem im Bereich der experimentellen Entwicklung und der angewandten Forschung ein, während im öffentlichen Bereich eher längerfristig ausgerichtete Grundlagenforschung und angewandte Forschung betrieben werden (Schasse et. al 2016).

In Deutschland wie auch den anderen OECD-Ländern macht der Anteil der Wirtschaft an den gesamten FuE-Aufwendungen rund zwei Drittel aus (vgl. Tab. A.2.1 im Anhang). Insofern wird in jedem Fall die *Höhe* der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität maßgeblich von den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft bestimmt. Aber auch die *Entwicklung* der FuE-Intensitäten im Zeitablauf hängt im Wesentlichen von der FuE-Dynamik der Wirtschaft ab. So zeigt bspw. die Untersuchung von Belitz et al. (2015), dass ein langfristiger Zuwachs der FuE-Intensität in den schon immer recht FuE-intensiven OECD-Ländern in der Periode 1981 bis 2012 vor allem von der Wirtschaft getrieben wurde. Hierzu zählen neben Deutschland auch die USA, Japan, Schweden und die Schweiz, aber auch Länder mit besonders stark gestiegener FuE-Intensität wie Finnland, Österreich, Dänemark und Südkorea.

Ein ähnliches Resultat ergibt sich, wenn man den Beitrag der einzelnen FuE-Sektoren zur jährlichen Veränderung der gesamten FuE-Investitionen der OECD-Länder über die Zeit berechnet. Auf Grundlage der FuE-Aufwendungen von 22 OECD-Ländern nach Sektoren (BERD, HERD; GOVERD; PNP) in den Jahren 1995 bis 2013 wird die jährliche Veränderung der gesamten FuE-Aufwendungen (GERD) zu rund drei Viertel von der Wirtschaft bestimmt. Aus der deutschen Perspektive sind es 70 %, im Durchschnitt der EU-Länder immerhin noch zwei Drittel (Tab. 2.1).

Dies begründet, warum die FuE-Intensität der Wirtschaft (BERD/GDP) im Mittelpunkt der weiteren Analyse steht. Dabei werden Unterschiede zwischen den Ländern sowohl von den jeweiligen Wirtschaftsstrukturen als auch von der unterschiedlichen FuE-Neigung in den einzelnen Wirtschaftszweigen beeinflusst. Insofern ist es notwendig, von der Makroebene (Wirtschaft insgesamt) auf die Mesoebene einzelner Wirtschaftszweige innerhalb der Gesamtwirtschaft zu wechseln.

Tab. 2.1: Mittlerer Beitrag einzelner FuE-Sektoren zur jährlichen Veränderung der gesamten FuE-Aufwendungen 1995 bis 2013

	OECD insgesamt	EU-28*	Deutschland
Wirtschaft	73,5	66,0	70,6
Hochschulen	17,2	23,6	15,0
Außeruniversitäre FuE-Einrichtungen	7,3	9,5	14,4
Sonstige (PNP**)	2,0	0,9	-

Mittlerer Beitrag ohne Ausreißer 01/02, 08/09, 09/10.

* FuE-Aufwendungen für die EU-28 von der OECD geschätzt. - ** PNP: Private Organisationen ohne Erwerbszweck.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2015/2). – SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Im Unterschied zur Makroebene, bei der die FuE-Intensität als Relation aus den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zum Bruttoinlandsprodukt gemessen wird, werden bei der Berechnung sektoraler (d.h. wirtschaftszweigbezogener) FuE-Intensitäten die sektoralen FuE-Aufwendungen in Relation zur sektoralen Bruttowertschöpfung (value added) gesetzt. Bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung besteht der wesentliche Unterschied zwischen beiden Größen darin, dass die Bruttowertschöpfung auf Faktorkosten beruht, während das Bruttoinlandsprodukt mit Marktpreisen berechnet wird:

$$BWS \text{ (Faktorkosten)} + \text{Gütersteuern} - \text{Gütersubventionen} = BIP \text{ (Marktpreisen)} \quad (2.3)$$

In Deutschland entspricht die Summe der Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten knapp 90 % des Bruttoinlandsprodukts zu Marktpreisen (Tab. 2.2).

Tab. 2.2: Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Deutschland 2012 bis 2014

	2012	2013	2014
absolut in Mrd. €			
Bruttoinlandsprodukt zu Marktpreisen (BIP)	2758,26	2826,24	2923,93
Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten (BWS)	2475,12	2536,86	2623,09
Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten der gewerblichen Wirtschaft (BWS gewerbliche Wirtschaft)	1747,24	1785,38	1845,38
Anteile in %			
BWS/BIP	89,7	89,8	89,7
BWS gewerbliche Wirtschaft / BWS	70,6	70,4	70,4
BWS gewerbliche Wirtschaft / BIP	63,3	63,2	63,1

Quelle: Eurostat. – Berechnungen des CWS.

Da in der Berechnung der FuE-Intensität der Wirtschaft über alle Wirtschaftszweige im Zähler ausschließlich die FuE-Aufwendungen der gewerblichen Wirtschaft berücksichtigt werden, ist bei der Bruttowertschöpfung im Nenner eine analoge Anpassung vorzunehmen. Deshalb werden auch hier die

Wirtschaftszweige „Grundstücks- und Wohnungswesen“, „Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Erziehung und Unterricht, Gesundheits- und Sozialwesen“ sowie „Private Haushalte mit Hauspersonal; Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch Private Haushalte für den Eigenbedarf ohne ausgeprägten Schwerpunkt“ ausgeschlossen. Die für die so abgegrenzte gewerbliche Wirtschaft insgesamt ausgewiesene Bruttowertschöpfung liegt in Deutschland bei 70 % der gesamten Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten bzw. bei 63 % des Bruttoinlandsprodukts zu Marktpreisen (Tab. 2.2). Im Umkehrschluss ist die in Relation zur Bruttowertschöpfung berechnete FuE-Intensität der Wirtschaft deutlich höher als die FuE-Intensität in Relation zum gesamten Bruttoinlandsprodukt.

3 Komponenten der FuE-Intensität der Wirtschaft

3.1 Strukturbereinigte (adjusted) FuE-Intensitäten im internationalen und intertemporalen Vergleich

In diesem Abschnitt werden zunächst – auf Basis der durchschnittlichen OECD-Wirtschafts- bzw. Wertschöpfungsstruktur¹⁶ – bereinigte FuE-Intensitäten im Länder- und Zeitvergleich berechnet:

„R&D intensity adjusted for industry structure is a weighted average of the R&D intensities of a country’s industrial sectors, using the OECD industrial structure’s sector value added shares as weights instead for the actual shares used in the unadjusted measure of R&D intensity“ (OECD 2015, 188).

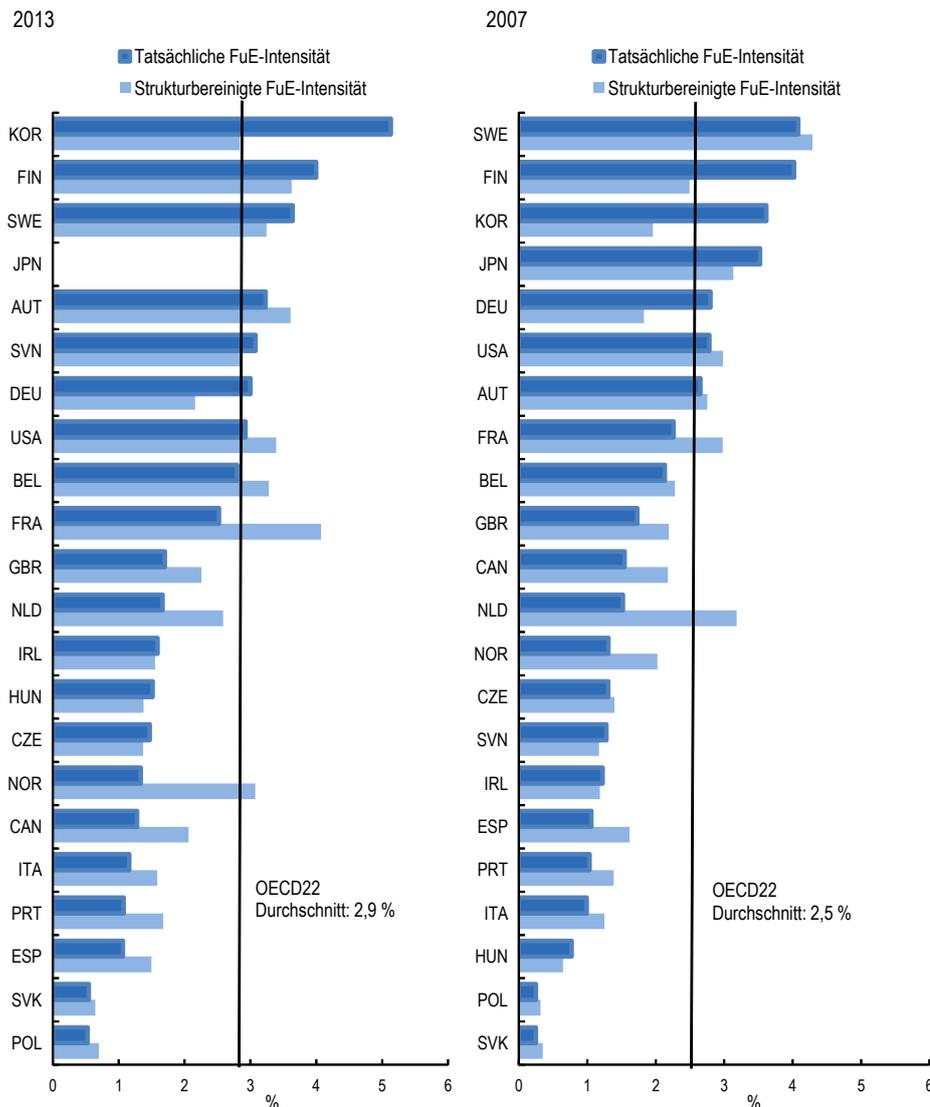
Daran lässt sich ablesen, wie sich die nationalen FuE-Intensitäten der Wirtschaft insgesamt unter der Annahme einheitlicher Wirtschaftsstrukturen, aber unveränderter sektoraler FuE-Intensitäten entwickelt hätten. Abweichungen in Niveau und Entwicklung von strukturbereinigten und tatsächlichen Indikatoren geben einen Hinweis auf den Einfluss wirtschaftsstruktureller Unterschiede.

Abb. 3.1 zeigt die bereinigten und unbereinigten (tatsächlichen) FuE-Intensitäten im Ländervergleich 2007 und 2013, jeweils sortiert nach der tatsächlichen FuE-Intensität der Wirtschaft. 2007 markiert das letzte Jahr, für das Werte nach ISIC Rev. 3 berechnet worden sind, 2013 das letztverfügbare Jahr auf Basis der aktuell gültigen ISIC Rev. 4. Für 2013 fehlen Einzelangaben zu Japan, weil derzeit keine plausiblen Wertschöpfungsdaten in sektoraler Aufgliederung nach ISIC Rev. 4 vorliegen. Um die langfristige Vergleichbarkeit des OECD-Durchschnitts der 22 Länder (OECD22-Durchschnitt) zu gewährleisten, wurden die Daten für Japan auf Basis der Struktur aus 2007 für die Folgejahre geschätzt (vgl. Abschnitt 1.2).

Die Gegenüberstellung der unbereinigten (tatsächlichen) und strukturbereinigten Indikatoren macht deutlich, dass vor allem Südkorea, aber auch Deutschland, Japan, Finnland und Schweden eine deutlich niedrigere FuE-Intensität der Wirtschaft aufweisen würden, wenn ihre Wirtschaftsstruktur dem OECD22-Durchschnitt entspräche. In all diesen Ländern haben forschungsintensive Industrien ein vergleichsweise hohes Gewicht innerhalb der wirtschaftlichen Wertschöpfung. Bezogen auf 2013 würde Deutschland dabei sogar hinter den OECD22-Durchschnitt von 2,9 % zurückfallen. Für alle anderen Länder ergibt sich der umgekehrte Zusammenhang. Insbesondere Frankreich, Belgien und Norwegen schneiden beim strukturbereinigten Indikator deutlich besser ab und erreichen überdurchschnittlich hohe Werte. Auch für die USA, Belgien, die Niederlande, Österreich, Großbritannien, Kanada und die südeuropäischen Länder ergeben sich strukturbereinigt signifikant höhere FuE-Intensitäten. D. h. im OECD22-Durchschnitt gewichtige forschungsintensive Industrien sind dort (teils) unterrepräsentiert und haben damit einen dämpfenden Effekt auf die FuE-Intensität der Wirtschaft. Für Dänemark, Irland und die mittel- und osteuropäischen jüngeren EU-Mitgliedsstaaten zeigen sich nur geringe Unterschiede zwischen beiden Indikatoren. Hier würde eine stärkere Angleichung der Wirtschaftsstrukturen an den OECD22-Durchschnitt nur eine geringe Erhöhung (Ungarn, Slowakische Republik, Polen) bzw. Absenkung (Slowenien, Irland, Ungarn, Tschechische Republik) der FuE-Intensität implizieren (Abb. 3.1).

¹⁶ Der OECD-Durchschnitt wird über diejenigen Länder berechnet, die in die Analyse einfließen. Leichte Abweichungen im Niveau der errechneten FuE-Intensitäten gegenüber ähnlichen Analysen der OECD (2015, 2013, 2011) sind vor allem darauf zurückzuführen, dass in den Referenzwert „OECD-Durchschnitt“ dort 34, hier jedoch lediglich 22 Länder einfließen, weil nur für diese Anzahl notwendige Basisdaten in langer Reihe zur Verfügung stehen. Zur Bedeutung der Auswahl des Ländersamples vgl. dazu Galindo-Rueda / Verger (2016).

Abb. 3.1: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 2007 und 2013



2007: Basis ISIC Rev. 3; 2013: ISIC Rev. 4.

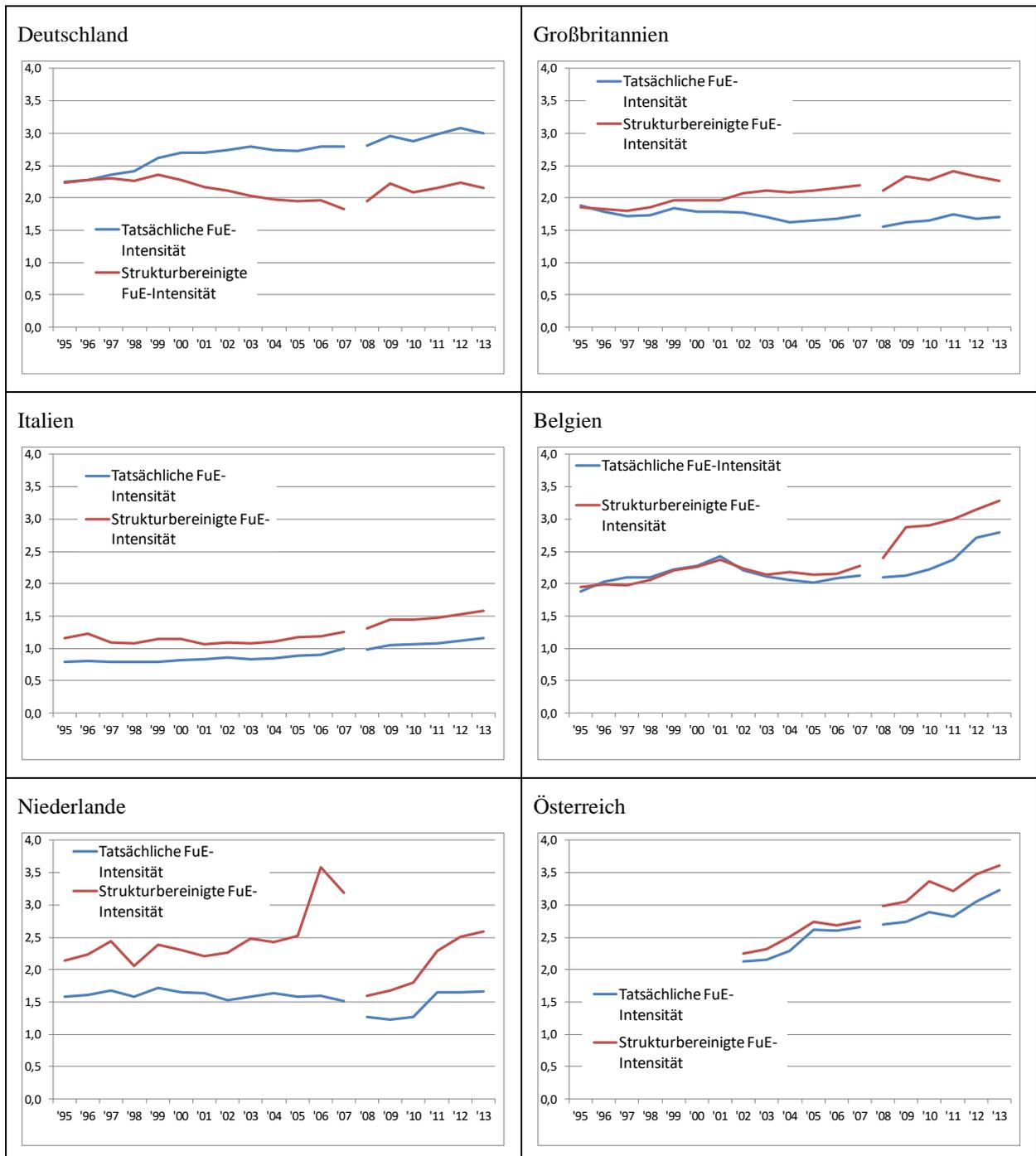
Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Der Vergleich beider Jahresquerschnitte zeigt, dass die generelle Einordnung einzelner Länder in mittlerer Frist, von wenigen Ausnahmen abgesehen¹⁷, Bestand hat, sich bei einer Reihe von Ländern aber durchaus merkliche Abweichungen in den Differenzen zwischen tatsächlicher und strukturbereinigter FuE-Intensität zwischen 2007 und 2013 ergeben. Um diese strukturellen Veränderungen in der Langfristperspektive beleuchten zu können, zeigen Abb. 3.2 bis Abb. 3.5 die Entwicklung beider FuE-Intensitäten auf Länderebene von 1995 bis 2013. Der Bruch in der Zeitreihe im Jahr 2007 ist durch den Wechsel in der Wirtschaftszweigklassifikation (von ISIC Rev. 3 auf ISIC Rev. 4) bestimmt. Auch wenn sich für die meisten Länder dadurch keine signifikanten Abweichungen im trendmäßigen Verlauf der FuE-Intensitäten ergeben, sind in manchen Fällen doch durchaus Verschiebungen, auch in der „Lücke“ zwischen beiden Indikatoren, zu beobachten, die mit der Neuordnung der Wirtschafts-

¹⁷ So sind Slowenien und Ungarn im Ranking 2013 deutlich höher positioniert als 2007, während Kanada spürbar zurückgefallen ist.

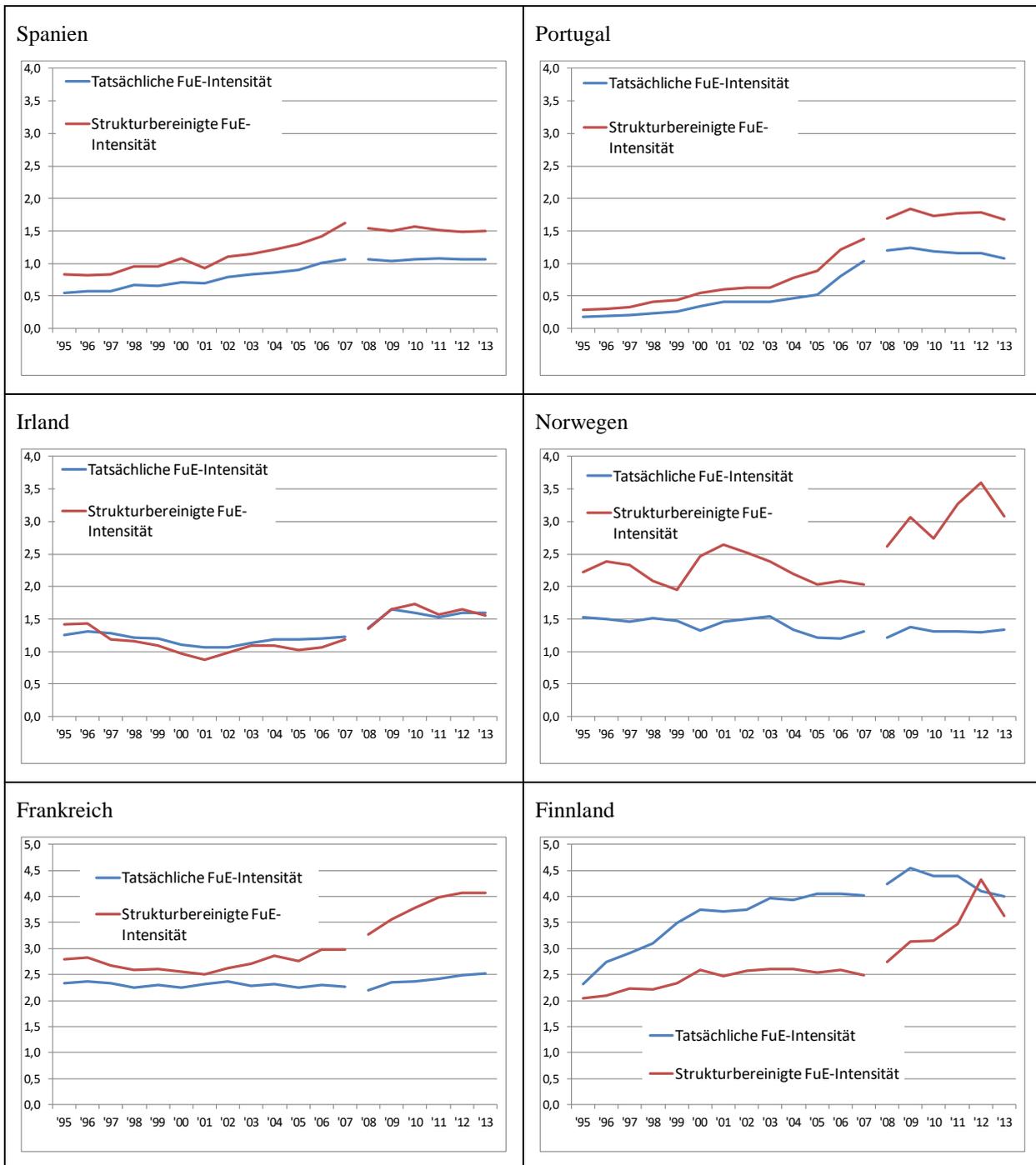
zweigklassifikation zusammenhängen dürften (vgl. Abschnitt 1.2). Nicht nachvollziehbare Abweichungen oder phasenweise Sondereffekte wie im Falle Schwedens (Abb. 3.5), der Niederlande (Abb. 3.2), Norwegens und Finnlands (Abb. 3.3) sind im Wesentlichen auf abweichende Verläufe von FuE und Bruttowertschöpfung im Elektronikbereich begründet, die wohl auf einzelne große und multinational agierende Unternehmen zurückzuführen sind. Ob sich dahinter reale Entwicklungen oder bspw. konzerninterne Umbuchungen verbergen, kann auf Basis der hier zugrunde liegenden Branchendaten nicht geklärt werden.

Abb. 3.2: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Deutschland, Großbritannien, Italien, Belgien, Niederlande, Österreich



Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Abb. 3.3: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Spanien, Portugal, Irland, Norwegen, Frankreich, Finnland



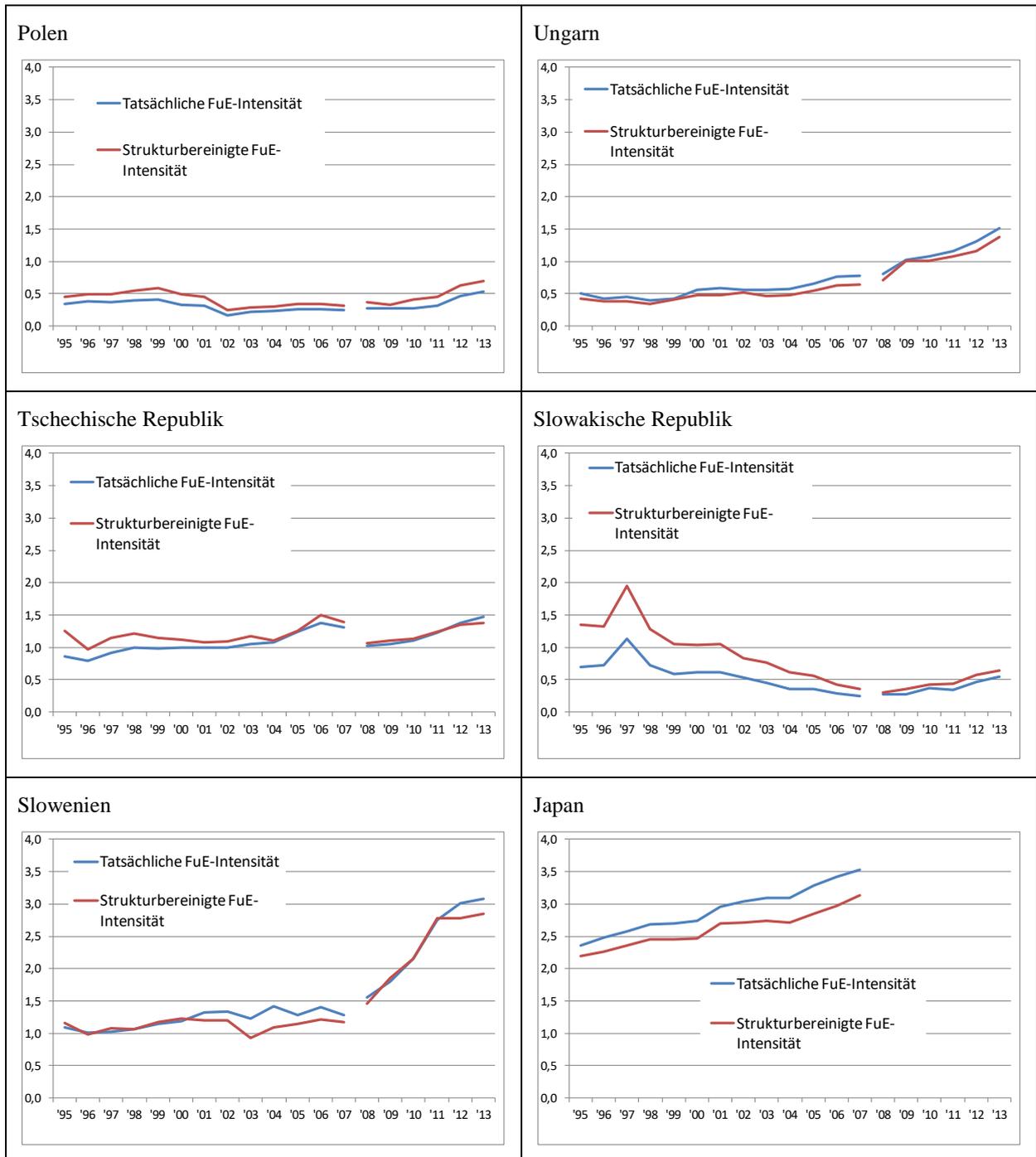
Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die kurze Beschreibung der grundsätzlichen Entwicklung von tatsächlicher und strukturbereinigter FuE-Intensität. Welche Brancheneinflüsse sich dahinter verbergen, wird in den Abschnitten 3.2 und 4.1 beleuchtet.

Anhand der langfristigen Entwicklung beider Indikatoren von 1995 bis 2013 wird deutlich, dass die Steigerung der tatsächlichen FuE-Intensität in Deutschland von 1997 bis 2007 ausschließlich auf das zunehmende Strukturgewicht forschungsintensiver Branchen an der gesamtwirtschaftlichen Wert-

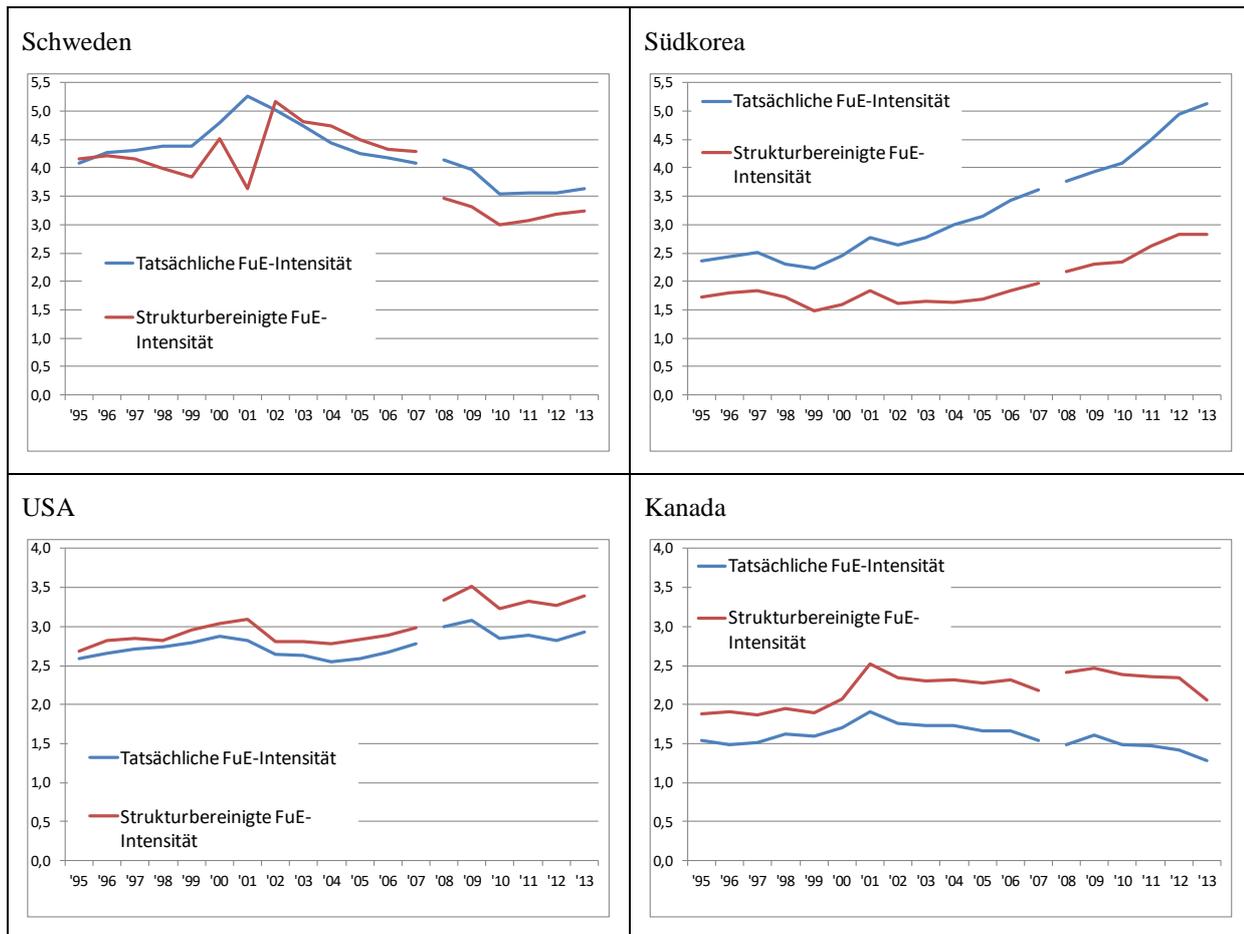
schöpfung zurückzuführen war (Abb. 3.2). 1995/96 lagen beide FuE-Intensitäten noch gleichauf bei 2,3 % und haben sich erst in den Folgejahren deutlich auseinanderentwickelt. Die strukturbereinigte FuE-Intensität war 2007 rund einen halben Prozentpunkt niedriger als 1999, weil die intrasektorale FuE-Intensivierung in Deutschland deutlich hinter dem OECD22-Durchschnitt zurückgeblieben ist. In den Folgejahren 2008 bis 2013 blieb die Lücke zwischen beiden Indikatoren unverändert bestehen, ist aber - anders als in den Vorjahren - nicht mehr größer geworden.

Abb. 3.4: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Polen, Ungarn, Tschechische Republik, Slowakische Republik, Slowenien, Japan



Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Abb. 3.5: Tatsächliche und strukturbereinigte FuE-Intensität der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1995 bis 2013: Schweden, Südkorea, USA, Kanada



Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Auch Japan (Abb. 3.4) und Südkorea (Abb. 3.5) profitieren im Hinblick auf ihre FuE-Intensität in zunehmendem Maße von einem wachsenden Wertschöpfungsanteil forschungsintensiver Industrien, so dass die schon zu Beginn der Periode bestehende Differenz zwischen tatsächlicher und strukturbereinigter FuE-Intensität im Zeitablauf tendenziell größer geworden ist. Vor allem für Südkorea ist die Lücke im Verlauf des letzten Jahrzehnts stetig gewachsen. Gegenläufige Entwicklungen, die wie im Falle Deutschlands zwischenzeitlich eine relativ schwache intrasektorale FuE-Intensivierung indizieren, sind für Japan und Südkorea nicht ersichtlich.

In Hinblick auf Irland (Abb. 3.3), Polen, Ungarn, die Tschechische Republik und seit einigen Jahren auch die Slowakische Republik (Abb. 3.5) ergeben sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen beiden Indikatoren. Auch in Slowenien hat der Wertschöpfungszuwachs forschungsintensiver Branchen erst am aktuellen Rand überproportional zur weiteren Ausweitung der FuE-Intensität der Wirtschaft beigetragen, nachdem beide FuE-Intensitäten über lange Jahre annähernd den gleichen Verlauf gezeigt haben (Abb. 3.5).

Für Schweden zeigt sich ein rückläufiger Verlauf beider Indikatoren von höchstem Niveau (rund 5 %) seit 2002, der erst 2010 bei rund 3,5 % (tatsächliche FuE-Intensität) zum Stillstand gekommen ist. Bei angepasster Wirtschaftsstruktur (strukturbereinigte FuE-Intensität) fällt der Rückgang seit 2008 noch ausgeprägter aus; diese – möglicherweise auch methodisch bedingte Lücke (s. o.) – scheint sich in jüngerer Zeit aber wieder zu schließen (Abb. 3.5). Der umgekehrte Zusammenhang zeigt sich für Bel-

gien und Österreich (Abb. 3.2): Hier wirkt sich das vergleichsweise geringere Gewicht forschungsintensiver Industrien dämpfend auf das Niveau der tendenziell steigenden tatsächlichen FuE-Intensität aus.

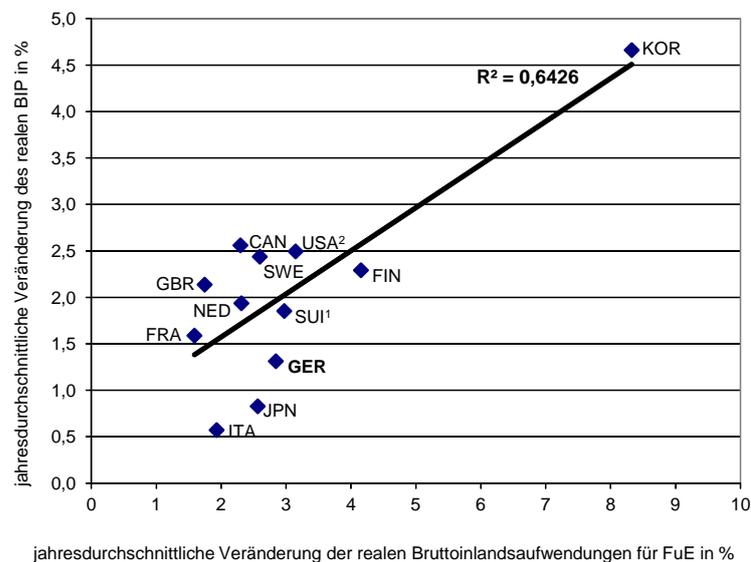
Hingegen hat sich der Wertschöpfungsbeitrag forschungsintensiver Industrien in Frankreich (Abb. 3.3), Großbritannien (Abb. 3.2), den USA und Kanada (Abb. 3.5) schon seit Anfang des letzten Jahrzehnts im Vergleich zum OECD22-Durchschnitt ungünstig entwickelt, so dass die tatsächliche FuE-Intensität zunehmend unterbewertet ist.

Für Spanien, Portugal, Italien, die Niederlande und Norwegen fallen die strukturbereinigten FuE-Intensitäten über den gesamten Zeitraum höher aus als die tatsächlichen FuE-Intensitäten, ohne dass sich die Differenzen zwischen beiden Indikatoren signifikant geändert haben (Abb. 3.2 und Abb. 3.3). Der Anteil forschungsintensiver Industrien an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung ist dort traditionell niedriger als im OECD22-Durchschnitt und signifikante Aufholendenzen sind nicht erkennbar.

3.2 Komponentenerlegungen

Eine Vielzahl von theoretischen und empirischen Arbeiten auf Basis unterschiedlicher Zeiträume belegen die hohe Bedeutung von FuE für Wachstum, Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Ländern¹⁸ und werden regelmäßig als Begründung für innovationspolitische Maßnahmen zur Steigerung von FuE-Intensität und FuE-Effizienz herangezogen.¹⁹ Abb. 3.6 illustriert beispielsweise die hohe Korrelation zwischen der langfristigen Veränderung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen und dem Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern.

Abb. 3.6: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern 1994 bis 2014



1) Bruttoinlandsaufwendungen für FuE geschätzt. – 2) 1993 bis 2013 statt 1994 bis 2014.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2015/2). – SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

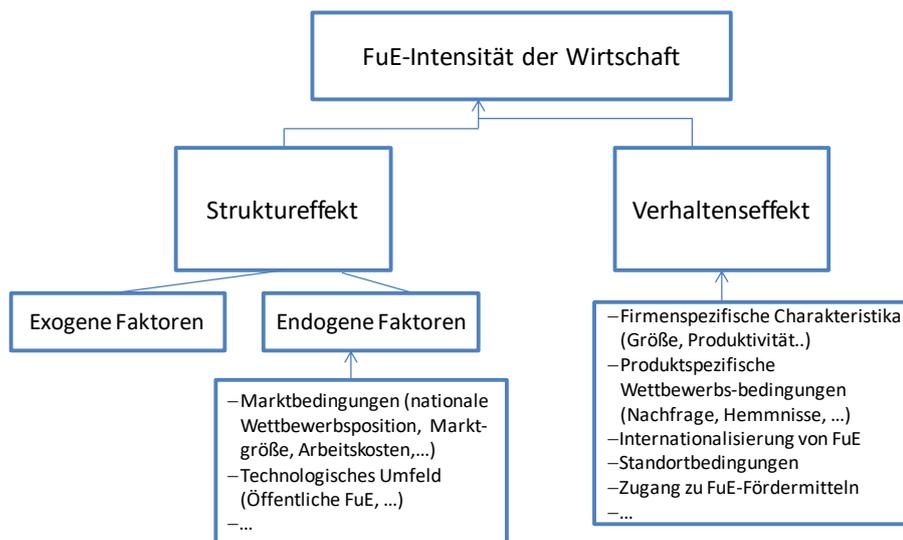
¹⁸ Vgl. dazu z. B. Griliches 1994, Brécard et al. 2004, Dehio et al. 2005, Coccia 2008, Peters et al. 2009 oder Belitz et al. 2015.

¹⁹ Vgl. dazu z. B. Griffith et al. (2004), Kafourous (2008), Cincera et al. (2009), Hall et al. (2010) und den Überblick von Moncada-Paternò-Castello (2016).

Allerdings ist es für die Industrie-, Forschungs- und Innovationspolitik von großer Bedeutung, ob die Veränderung der industriellen FuE-Intensität das Resultat einer nur mittel- bis längerfristig veränderbaren Spezialisierung auf mehr oder weniger forschungsintensive Industrien (Struktureffekt: STR) ist oder auf eine generelle Veränderung der FuE-Neigung der Wirtschaft (Verhaltenseffekt: INT „intrinsic“) zurückzuführen ist (Legler, Krawczyk 2009). Zur Untersuchung dieser Fragestellung werden vielfach Dekompositionsanalysen oder Komponentenerlegungen mit unterschiedlichen methodischen Ansätzen genutzt (vgl. Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2).

Struktur- und Verhaltenseffekt werden ihrerseits von verschiedenen Faktoren beeinflusst (vgl. Übersicht 3.1).

Übersicht 3.1: Bestimmungsfaktoren der FuE-Intensität der Wirtschaft



Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Erken / van Es (2007) und Moncada-Paternò-Castello (2016).

Exogene strukturelle Faktoren beziehen sich auf das externe makroökonomische Umfeld und bleiben im Folgenden unberücksichtigt. Endogene Faktoren, die über den Struktureffekt auf die FuE-Intensität einwirken, umschreiben Marktcharakteristika, während der Verhaltenseffekt von firmenspezifischen Charakteristika und firmenspezifischen FuE-Strategien bestimmt wird (Moncada-Paternò-Castello 2016). Endogene strukturelle Faktoren und firmenspezifische Verhaltensmuster sind zudem nicht unabhängig voneinander: „A positive sector composition effect is not, or at least not solely, the consequence of more or less coincidental and historically determined circumstances, but the result of successful competition on technology markets“ (Erken, van Es 2007, 6).

3.2.1 Relative Komponentenerlegung

Im Verlauf der letzten 20 Jahre sind mehrere empirische Studien entstanden, die den Erklärungsgehalt von Struktur- und Verhaltenseffekt für Unterschiede in der FuE-Intensität der Wirtschaft zwischen Ländern und Regionen in verschiedenen Zeiträumen untersuchen. Dabei wird jeweils die jährliche Abweichung der nationalen FuE-Intensität von den entsprechenden Quoten anderer Länder oder Ver-

gleichsregionen (z.B. EU-15, OECD-Durchschnitt) betrachtet (ΔRDI) und in Struktureffekt (STR) und Verhaltenseffekt (INT) zerlegt:²⁰

$$\rightarrow \Delta RDI = STR_{j,t} + INT_{j,t} \quad (3.1)$$

Der Struktureffekt (STR) errechnet sich als:

$$\rightarrow STR_{j,t} = \sum_i A_{i,t} * (s_{i,j,t} - S_{i,t}) \quad (3.2)$$

der Verhaltenseffekt (INT) umgekehrt als

$$\rightarrow INT_{j,t} = \sum_i s_{i,j,t} * (a_{i,j,t} - A_{i,t}) \quad (3.3)$$

mit

j: Land, t: Jahr, i: Wirtschaftszweig, RDI: FuE-Intensität

$a_{i,j,t}$; $A_{i,t}$: FuE-Intensität errechnet aus FuE-Aufwendungen bezogen auf die Bruttowertschöpfung

$s_{i,j,t}$; $S_{i,t}$: Anteil der Bruttowertschöpfung des jeweiligen Sektors an der gesamten Bruttowertschöpfung des Wirtschaftssektors

Kleinbuchstaben (a, s) stehen für einzelne Länder, Großbuchstaben (A, S) für den OECD-Durchschnitt.

Die Ergebnisse der deskriptiven Länderanalyse sind in Abb. 3.7 bis Abb. 3.10 zusammengestellt. Abgebildet werden Abweichungen der nationalen FuE-Intensitäten der Wirtschaft (grüne Linie) vom OECD22-Durchschnitt (Nulllinie). Werte größer Null repräsentieren überdurchschnittlich hohe FuE-Intensitäten, Werte kleiner Null unterdurchschnittliche FuE-Intensitäten. Dabei zeigt sich, dass Struktur- und Verhaltenskomponente teils gegenläufig wirken (z. B. im Fall von Deutschland, Frankreich, Belgien, Österreich, Ungarn, der Tschechischen Republik, aber auch der USA und Südkorea), teils aber auch gemeinsam für eine relativ stärkere (Japan, Schweden) bzw. schwächere Position (Kanada, Italien, Spanien, Niederlande, Polen) verantwortlich sind.

In **Deutschland** (Abb. 3.7) hat sich die FuE-Intensität der Wirtschaft im Verlauf des letzten Jahrzehnts zunächst spürbar günstiger entwickelt als der OECD22-Durchschnitt (+0,5 Prozentpunkte in 2003), hat in den Folgejahren aber relativ an Dynamik verloren, so dass sich 2008 bis 2013 nur noch geringe positive Abweichungen von der Nulllinie zeigen. Der Struktureffekt ist positiv und im Zeitablauf weiter gewachsen, d. h. das Gewicht forschungsintensiver Industrien innerhalb der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung hat weiter zugenommen. Hingegen ist die FuE-Neigung unterdurchschnittlich und tendenziell weiter rückläufig.

- Der hohe und zunehmende Struktureffekt ist bis 2007 v. a. durch den Automobilbau sowie Chemie/Pharma, Maschinenbau und MMSRO-Technik determiniert; zudem haben strukturelle Schwächen im Bereich Elektronik/Telekommunikationstechnik abgenommen. Der weitere leichte Zuwachs seit 2008 ist im Wesentlichen dem Automobilbau zuzuschreiben. Darüber hinaus ist der positive Beitrag von Maschinenbau und Elektrischen Ausrüstungen nochmals leicht gestiegen und der bisher leicht negative Beitrag vom übrigen Fahrzeugbau ist zum Ende der Betrachtungsperiode

²⁰ Beispiele hierfür sind die Arbeiten von van Reenen (1997), Erken und van Es (2007), Erken (2008), Mathieu and Van Pottelsberghe de la Potterie (2010), Reinstaller und Unterlass (2012), Gumbau-Albert and Maudos (2013) oder Belitz et al. (2015) jeweils basierend auf Länder- und Sektordaten für unterschiedliche Zeiträume oder Querschnitte sowie Moncada-Paternò-Castello et al. (2010) oder Cincera and Veugelers (2013) auf Basis von Unternehmensdaten aus dem EU Industrial R&D Investment Scoreboard.

annähernd ausgeglichen. Hingegen verringert sich der positive Struktureffekt von Chemie/Pharma seit 2008 und der negative Beitrag von Datenverarbeitung/Elektronik/Optik ist weiter gestiegen.

- Die vergleichsweise schwächere intrasektorale FuE-Intensivierung innerhalb der deutschen Wirtschaft zieht sich quer über alle wichtigen forschungsintensiven Branchen in Industrie und Dienstleistungen, als besonders ausgeprägt erweist sie sich aber in Chemie/Pharma, bei Informations- und Kommunikationsdienstleistungen sowie spätestens seit Mitte des letzten Jahrzehnts auch im Automobilbau.

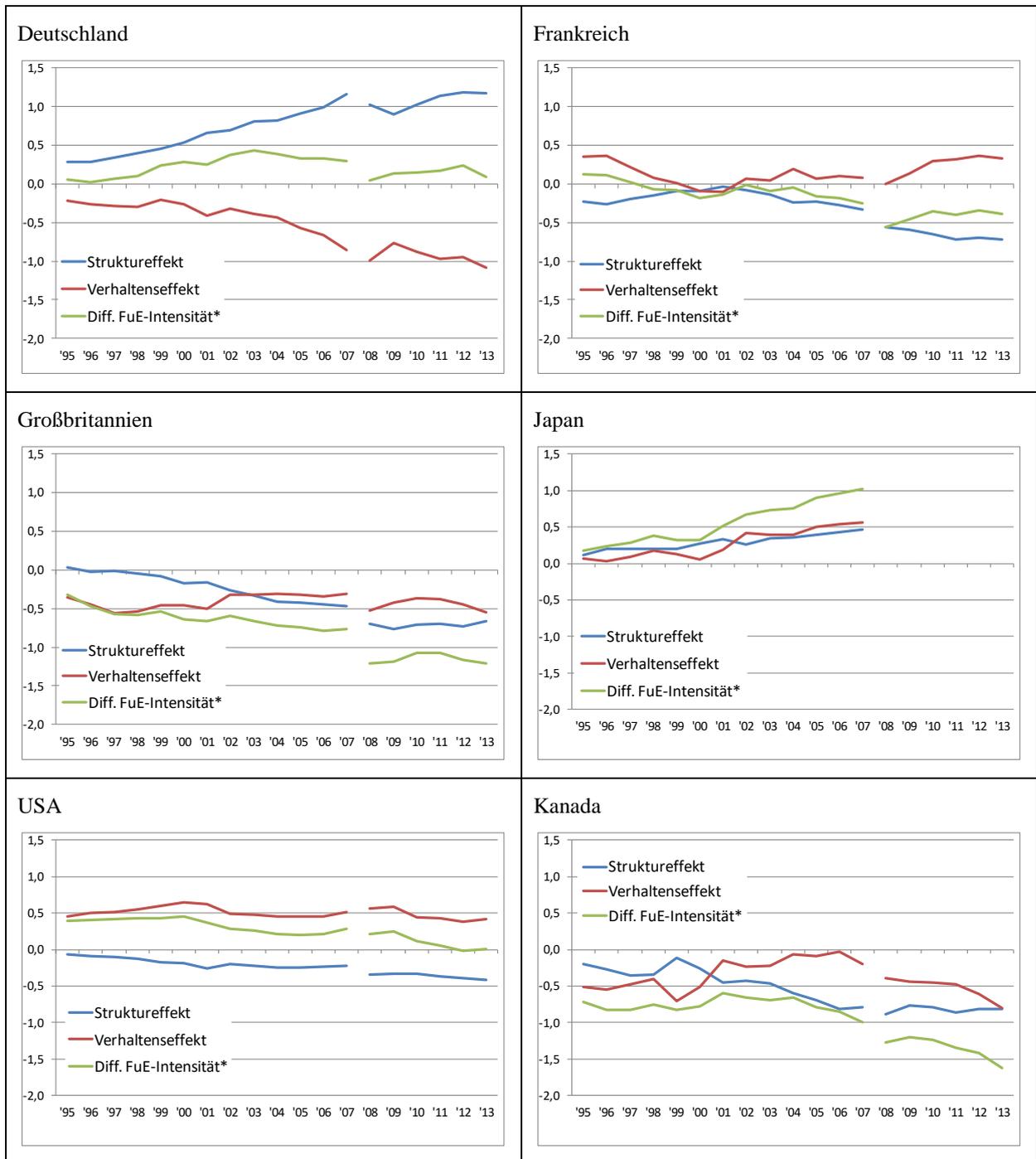
In **Frankreich** (Abb. 3.7) lag die FuE-Intensität bis 2005 annähernd im OECD22-Durchschnitt. Seitdem ist jedoch eine trendmäßige Schwächung der FuE-Position der französischen Wirtschaft feststellbar, die umgekehrt zu Deutschland auf einen zunehmend negativen Struktureffekt forschungsintensiver Industrien (i. W. Datenverarbeitung/Elektronik/Optik, Automobilbau, Maschinenbau) zurückzuführen ist. Das schrumpfende Strukturgleichgewicht konnte jedoch weitgehend durch die überdurchschnittlich hohe FuE-Neigung (Verhaltenseffekt) in diesen Branchen ausgeglichen werden, so dass sich die relative FuE-Position der französischen Wirtschaft nicht weiter verschlechtert hat.

Für die weitere Verschlechterung der ohnehin ungünstigen FuE-Position **Großbritanniens** (Abb. 3.7) sind in langer Frist vor allem strukturelle Gründe ausschlaggebend. Während zu Beginn der Betrachtungsperiode die unterdurchschnittliche FuE-Intensität des Landes ausschließlich auf die schwache intrasektorale FuE-Neigung der britischen Wirtschaft zurückzuführen war, ist der Wertschöpfungsbeitrag forschungsintensiver Branchen im Verlauf des letzten Jahrzehnts kontinuierlich gesunken und erst in jüngerer Zeit annähernd stabil geblieben. Für die Verluste sind insbesondere Datenverarbeitung/Elektronik/Optik und weniger ausgeprägt Chemie/Pharma, Maschinenbau und Automobilbau verantwortlich. Positive Struktureffekte in wissensintensiven Dienstleistungen (Information und Kommunikation, Unternehmensdienstleistungen) reichten nicht aus, um die Verluste bei forschungsintensiven Industrien auszugleichen. Zudem ist die FuE-Neigung gerade in diesen Dienstleistungsbranchen ausgeprägt unterdurchschnittlich. Klar positive Werte im Hinblick auf den Verhaltenseffekt ergeben sich lediglich für Chemie/Pharma; bei elektrischen Ausrüstungen und im Maschinenbau ist die Position annähernd ausgeglichen.

Die Wirtschaft der **USA** (Abb. 3.7) hat ihre im Vergleich zum OECD22-Durchschnitt traditionell günstigere FuE-Position aufgrund wachsender struktureller Nachteile im Automobilbau und übrigen Fahrzeugbau (über die gesamte Periode hinweg) sowie in Maschinenbau und Datenverarbeitung/Elektronik (bis 2007/08) zum Ende des Betrachtungszeitraums verloren. Demgegenüber stehen relative Anteilsgewinne bei unternehmensnahen Dienstleistungen bis 2007, die die relativen Wertschöpfungsverluste in wichtigen forschungsintensiven Industrien jedoch nicht kompensieren konnten und zudem in den Folgejahren nicht weiter gewachsen sind. Hingegen blieb das Niveau der intrasektoralen FuE-Neigung unverändert überdurchschnittlich hoch, vor allem getragen von Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, Chemie/Pharma sowie übrigen Fahrzeugbau.

Die relativ schwache FuE-Position **Kanadas** (Abb. 3.7) hat sich seit Mitte des letzten Jahrzehnts tendenziell weiter verschlechtert. Bis 2007 waren hierfür ausschließlich zunehmende strukturelle Nachteile (v. a. bei Elektronik/Telekommunikationstechnik, Automobilbau) verantwortlich, in den letzten Jahren ist zudem eine im Vergleich zum OECD22-Durchschnitt nachlassende FuE-Neigung zu beobachten, die vor allem Chemie/Pharma, Informations- und Kommunikationsdienstleistungen und Maschinenbau betrifft.

Abb. 3.7: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Japan, USA, Kanada



* Diff. FuE-Intensität: Abweichung der nationalen FuE-Intensität der Wirtschaft vom Länderdurchschnitt (hier: 22 OECD-Länder).

Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Für **Japan** (Abb. 3.7) beschränkt sich die Betrachtungsperiode auf die Jahre 1995 bis 2007. Der klar überdurchschnittliche Zuwachs der FuE-Intensität der japanischen Wirtschaft in diesem Zeitraum ist auf kontinuierliche Anteilsgewinne forschungsintensiver Branchen wie auch auf eine seit 2001 überdurchschnittliche Steigerung der FuE-Neigung innerhalb der Wirtschaft zurückzuführen. Leichte strukturelle Nachteile bei Chemie/Pharma, im übrigen Fahrzeugbau sowie im MMSRO-Bereich wur-

den von hohen und zunehmenden Vorteilen bei Elektronik/Telekommunikation und Automobilen mehr als ausgeglichen. Die beiden letztgenannten Branchen sind neben Chemie/Pharma zudem gleichzeitig vorwiegend für die beobachteten Zuwächse in der FuE-Neigung (Verhaltenseffekt) seit 2001 verantwortlich. Auch wenn die umfassende Analyse der sektoralen FuE-Intensitäten (BERD/VA) für Japan für die Folgejahre aufgrund unsicherer und fehlender Daten nicht möglich ist, wird anhand der Entwicklung von BERD/GDP deutlich, dass sich der Zuwachs der FuE-Intensität der Wirtschaft seit 2008 nicht mehr fortgesetzt hat.²¹ Dies mag auch damit zusammenhängen, dass sich die Wertschöpfungsstruktur der japanischen Wirtschaft in den letzten Jahren signifikant geändert hat. Auch hier hat der Elektroniksektor deutlich an Gewicht verloren, weil weite Teile der Produktion ins Ausland verlagert worden sind.

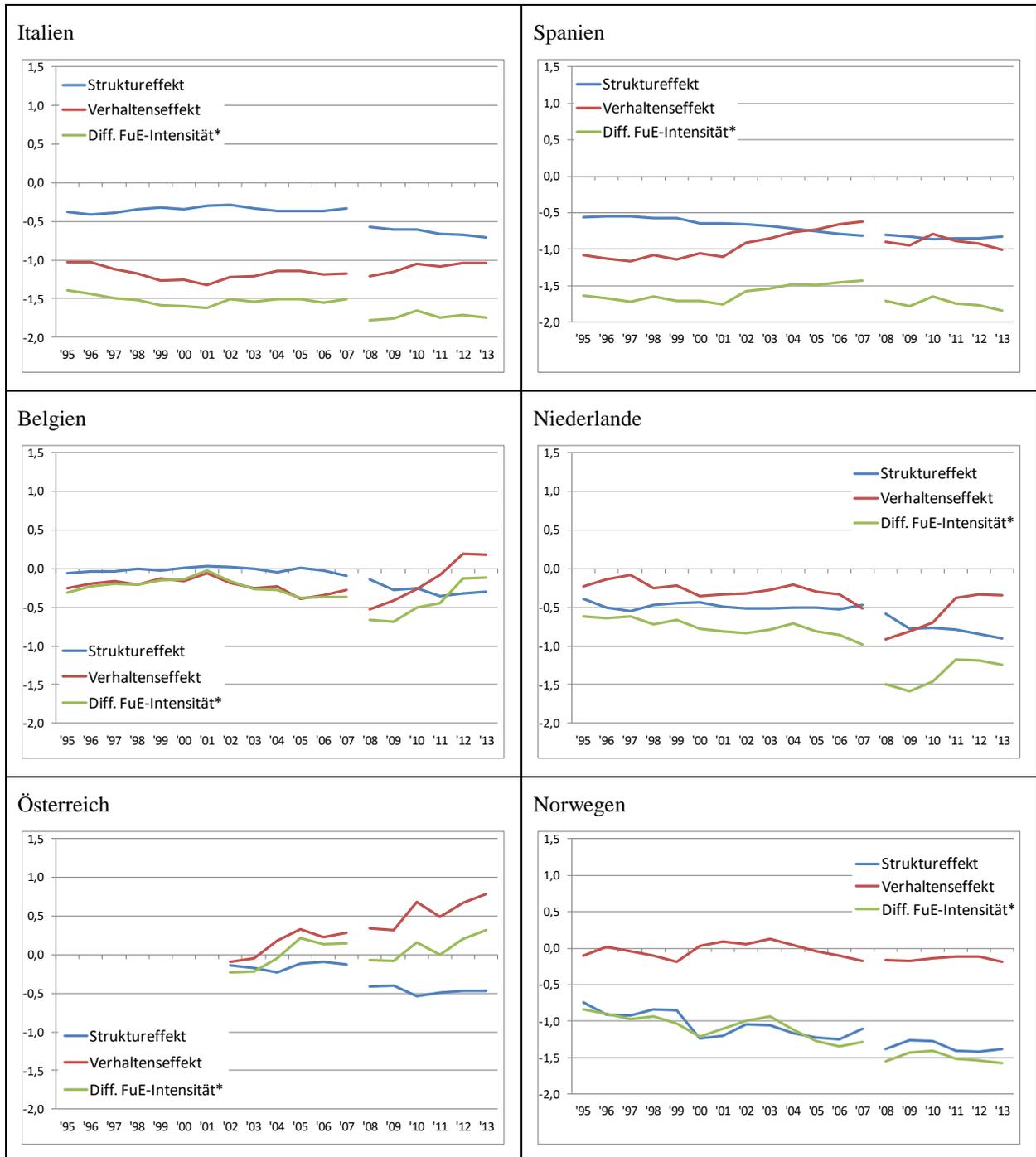
In **Belgien** (Abb. 3.8) war die etwas unterdurchschnittliche FuE-Intensität bis 2007 ausschließlich in einer vergleichsweise niedrigeren intrasektoralen FuE-Neigung der Wirtschaft begründet. Von der Wertschöpfungsstruktur gingen keine abweichenden Effekte aus; hier wurden relative Schwächen im Elektronikbereich und Fahrzeugbau von Stärken bei Chemie/Pharma kompensiert. Der negative Verhaltenseffekt beruhte in dieser Zeit vor allem auf einer unterdurchschnittlichen FuE-Neigung im Automobilbau und bei unternehmensnahen Dienstleistungen sowie auf tendenziellen Verschlechterungen im dominierenden Chemie/Pharmabereich. Die Verschlechterung beim Struktureffekt seit 2008 hängt im Wesentlichen mit relativen Schwächen bei Informations- und Kommunikationsdienstleistungen zusammen, da sich die oben beschriebenen strukturellen Gegebenheiten in forschungsintensiven Industrien nicht verändert haben. Hingegen lässt sich die ungleich stärkere Verbesserung bei der FuE-Neigung, die am aktuellen Rand überdurchschnittlich ausfällt, vor allem auf unternehmensnahe Dienstleistungen sowie Chemie/Pharma zurückführen: Bei ersteren hat sich der ohnehin positive Verhaltenseffekt weiter erhöht, bei letzteren ist die spürbar negative Abweichung vom OECD22-Durchschnitt kaum noch vorhanden.

In den **Niederlanden** (Abb. 3.8) erweist sich die FuE-Intensität der Wirtschaft im Vergleich zu anderen hochentwickelten Volkswirtschaften als ausgesprochen niedrig. Dies geht sowohl auf einen ungünstigen Struktureffekt, sprich ein verhältnismäßig niedriges Wertschöpfungsgewicht forschungsintensiver Branchen, als auch eine unterdurchschnittliche FuE-Neigung innerhalb der niederländischen Wirtschaft zurück, die von Erken (2008) vor allem mit vergleichsweise niedrigen ausländischen FuE-Investitionen in die Niederlande begründet. Der größte Beitrag zur FuE-Lücke gegenüber dem OECD22-Durchschnitt entfällt dabei in der Regel auf den ungünstigen Struktureffekt. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass abgesehen von Chemie/Pharma alle anderen forschungsintensiven Industrien innerhalb der niederländischen Wirtschaft relativ unterrepräsentiert sind. Hingegen nehmen der Finanz- und Logistiksektor, die beide eher wenig in FuE investieren, in den Niederlanden ein traditionell hohes Gewicht ein. Gleichzeitig wenden niederländische Unternehmen in fast allen forschungsintensiven Industriezweigen, darunter gerade auch in Chemie/Pharma, aber auch bei Informations- und Kommunikationsdienstleistungen weniger für FuE auf als ihre Konkurrenten bezogen auf den OECD22-Durchschnitt. Die weitere Verschlechterung beim Struktureffekt seit 2008 ist vor allem auf sinkende Vorteile bei Chemie/Pharma sowie eine weitere Verschlechterung im Bereich Datenverarbeitung/Elektronik/Optik zurückzuführen. Die gleichzeitige Verbesserung beim Verhaltenseffekt ist breiter gestreut und betrifft neben Datenverarbeitung/Elektronik/Optik auch den Maschinen- und ge-

²¹ Im Jahr 2008 erreichte die FuE-Intensität der Wirtschaft in Japan gemessen an BERD in Relation zum GDP einen Spitzenwert von 2,72 %, der in den Folgejahren bis 2013 (2,65 %) teils merklich unterschritten wurde (2010: 2,49 %). Vgl. dazu OECD, Main Science and Technology Indicators (MSTI), 1/2016, Table 24.

samtan Fahrzeugbau sowie Informations- und Kommunikations- wie auch unternehmensnahe Dienstleistungen.

Abb. 3.8: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Italien, Spanien, Belgien, Niederlande, Österreich, Norwegen



* Diff. FuE-Intensität: Abweichung der nationalen FuE-Intensität der Wirtschaft vom Länderdurchschnitt (hier: 22 OECD-Länder).

Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

In **Österreich** (Abb. 3.8) ist die FuE-Intensität der Wirtschaft trotz unverändert niedrigem Strukturgewicht forschungsintensiver Branchen seit einigen Jahren deutlich gestiegen und fällt mittlerweile höher aus als der OECD22-Durchschnitt. Diese insgesamt positive Entwicklung ist ausschließlich ei-

ner deutlich gestiegenen intrasektoralen FuE-Intensivierung zu verdanken. Hierbei dürfte u. a. die steuerliche Förderung von FuE eine Rolle spielen²² Diese kommt in Österreich zu einem großen Teil Großunternehmen zugute und hat das Land damit als FuE-Standort für Konzernunternehmen zunehmend attraktiver gemacht (Belitz 2015), ohne dass dies die heimische Wertschöpfungsstruktur bisher nachhaltig verbessert hat. Signifikante strukturelle Nachteile bestehen bei Chemie/Pharma, DV/Elektronik/Optik, im übrigen Fahrzeugbau sowie insbesondere bei Informations- und Kommunikations- und anderen unternehmensnahen Dienstleistungen. Die überdurchschnittlich gestiegene FuE-Neigung ist im Wesentlichen auf Elektrische Ausrüstungen und unternehmensnahe Dienstleistungen beschränkt.

In **Norwegen** (Abb. 3.8) macht die Rohstoffindustrie (Öl und Gas) rund ein Fünftel der Wirtschaftsleistung aus und hat dem Land seit den 1970er Jahren einen enormen Reichtum beschert. Die starke Ausrichtung auf die Öl- und Gasindustrie erklärt den ausgeprägt negativen Struktureffekt im Vergleich zum OECD22-Durchschnitt, der sich im Zeitablauf noch weiter verschlechtert hat und ausschließlich für die schwache FuE-Position der norwegischen Wirtschaft verantwortlich ist. Abgesehen vom übrigen Fahrzeugbau (Schiffe) sind alle anderen forschungsintensiven Wirtschaftszweige in Industrie und Dienstleistungen in Norwegen teils deutlich unterdurchschnittlich vertreten. Angesichts stark gesunkener Ölpreise und wenig vielversprechender Zukunftsaussichten²³ wäre eine geringere Rohstoffabhängigkeit der Wirtschaft und ein forciertes Strukturwandel zugunsten forschungsintensiver Branchen von Vorteil.

Italien und Spanien (Abb. 3.8) weisen eine konstant schwache FuE-Position im Vergleich zum OECD22-Durchschnitt auf, die in beiden Fällen sowohl mit strukturellen Nachteilen innerhalb der Wertschöpfungsstruktur als auch mit einer vergleichsweise geringen FuE-Neigung zusammenhängt. Der negative Struktureffekt in **Italien** ist auf vergleichsweise niedrigere Wertschöpfungsanteile von Chemie/Pharma, Automobilen, übrigen Fahrzeugen wie auch elektronischen Komponenten und Geräten zurückzuführen, die leichte Verschlechterung seit 2009 vor allem auf Automobile und Informations- und Kommunikationsdienstleistungen. Alle genannten Branchen weisen zudem im gesamten Zeitraum eine unterdurchschnittliche FuE-Neigung auf, wenngleich sich diese in beiden Teilsektoren des Fahrzeugbaus am aktuellen Rand relativ verbessert hat. Der negative Struktureffekt für **Spanien** beruht darauf, dass alle forschungsintensiven Industrien (mit Ausnahme vom übrigen Fahrzeugbau am aktuellen Rand) ebenso wie Informations- und Kommunikationsdienstleistungen sowie andere unternehmensnahe Dienstleistungen vergleichsweise niedrigere Wertschöpfungsanteile erzielen als im OECD22-Durchschnitt. Der mit Abstand höchste negative Beitrag geht von Datenverarbeitung/Elektronik/Optik aus und ist auch maßgeblich für die weitere Verschlechterung der strukturellen Position bis 2007 verantwortlich. Parallel dazu ist die intrasektorale FuE-Neigung quer über alle forschungsintensiven Branchen vergleichsweise niedrig. Dies gilt in den letzten Jahren besonders für den Automobilbau, der von 2003 bis 2007 noch maßgeblich für die zwischenzeitliche Verbesserung beim Verhaltenseffekt verantwortlich war, für den sonstigen Fahrzeugbau sowie - mit zunehmender Tendenz - für Informations- und Kommunikationsdienstleistungen.

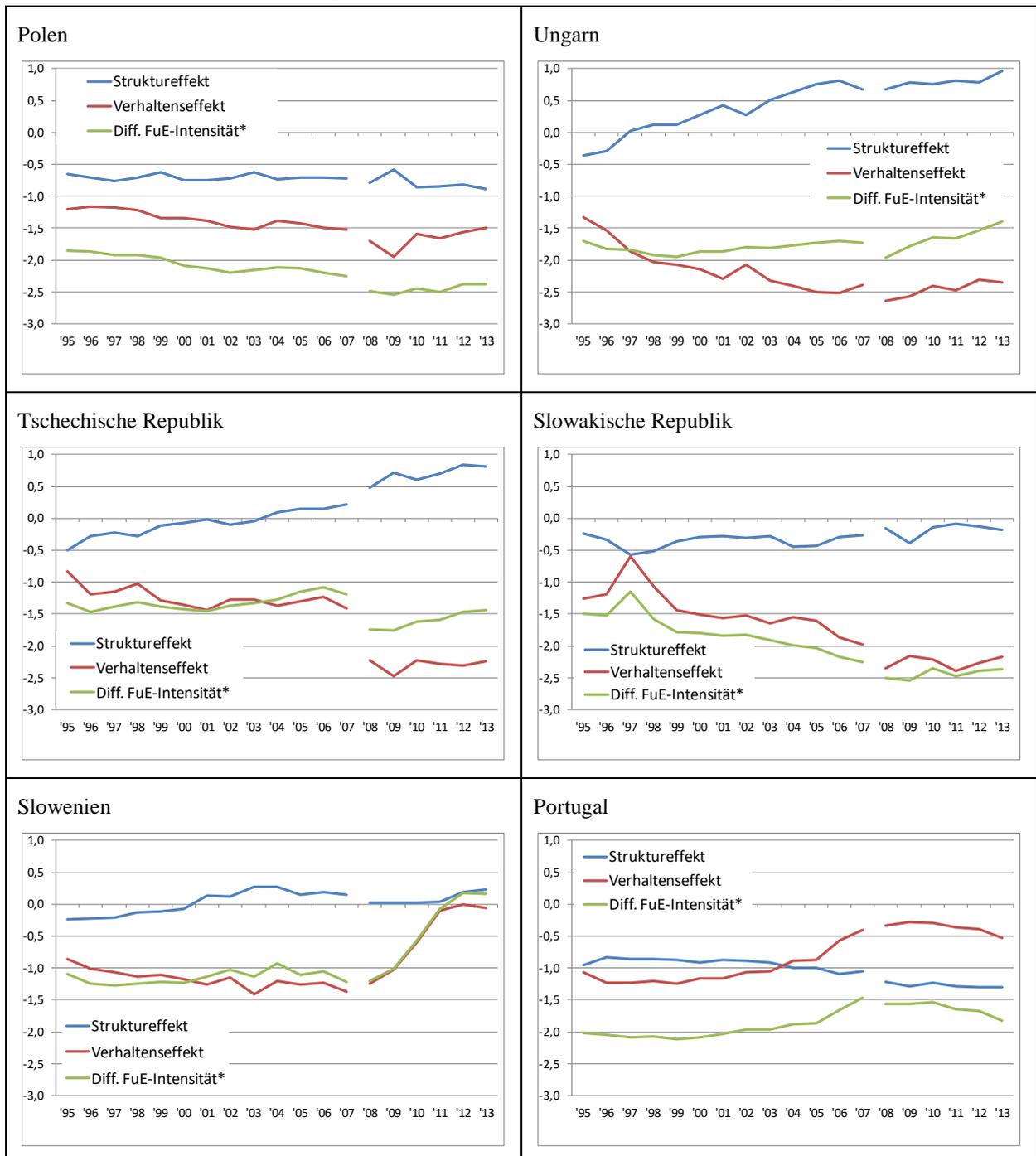
Portugal (Abb. 3.9) ist von seiner relativen FuE-Position grundsätzlich ähnlich einzuordnen wie Spanien. Nachdem Sektor- und Verhaltenseffekt zunächst einen relativ konstant und annähernd identisch negativen Beitrag zur FuE-Differenz geliefert haben, haben forschungsintensive Branchen seit 2005 weitere Wertschöpfungsanteile forschungsintensiver Branchen im Vergleich zum OECD22-

²² Für einen ausführlichen Überblick im Ländervergleich siehe Gailaard-Ladinska et al. (2015).

²³ So rechnet bspw. die OPEC (2015) mit einem langfristig (Projektion bis 2040) niedrigen Ölpreis.

Durchschnitt eingebüßt. Insbesondere Chemie/Pharma sowie Datenverarbeitung/Elektronik sind in Portugal in hohem Maße und zunehmend neben dem übrigen Fahrzeugbau sowie Informations- und Kommunikations- und anderen unternehmensnahen Dienstleistungen unterrepräsentiert. Im gleichen Zeitraum ist die intrasektorale FuE-Neigung im Bereich Datenverarbeitung/Elektronik signifikant gestiegen, weil weniger produktive Fertigungen eingestellt oder verlagert worden sind.

Abb. 3.9: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Polen, Ungarn, Tschechische Republik, Slowakische Republik, Slowenien, Portugal



* Diff. FuE-Intensität: Abweichung der nationalen FuE-Intensität der Wirtschaft vom Länderdurchschnitt (hier: 22 OECD-Länder).

Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Für **Ungarn** und die **Tschechische Republik** (Abb. 3.9) zeigt die Strukturkomponente einen klar positiven Verlauf, weil der Wertschöpfungsbeitrag forschungsintensiver Wirtschaftszweige im Zeitablauf deutlich gestiegen ist. Für Ungarn war dies bis 2007 vor allem auf Elektrotechnik/Elektronik und Automobilbau zurückzuführen, in jüngerer Zeit auf den Automobilbau und weniger ausgeprägt auch auf den Maschinenbau, für die Tschechische Republik ausschließlich auf den Automobilbau. Im Zuge der Einbindung dieser Länder in die EU sind dort über Direktinvestitionen multinationaler Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien teils große Produktionsstätten entstanden, die zunehmend zur inländischen Wertschöpfung beitragen. Da an diesen Standorten jedoch hauptsächlich produziert, aber kaum geforscht und entwickelt wird, bleibt die intrasektorale FuE-Neigung in beiden Ländern unverändert schwach.²⁴

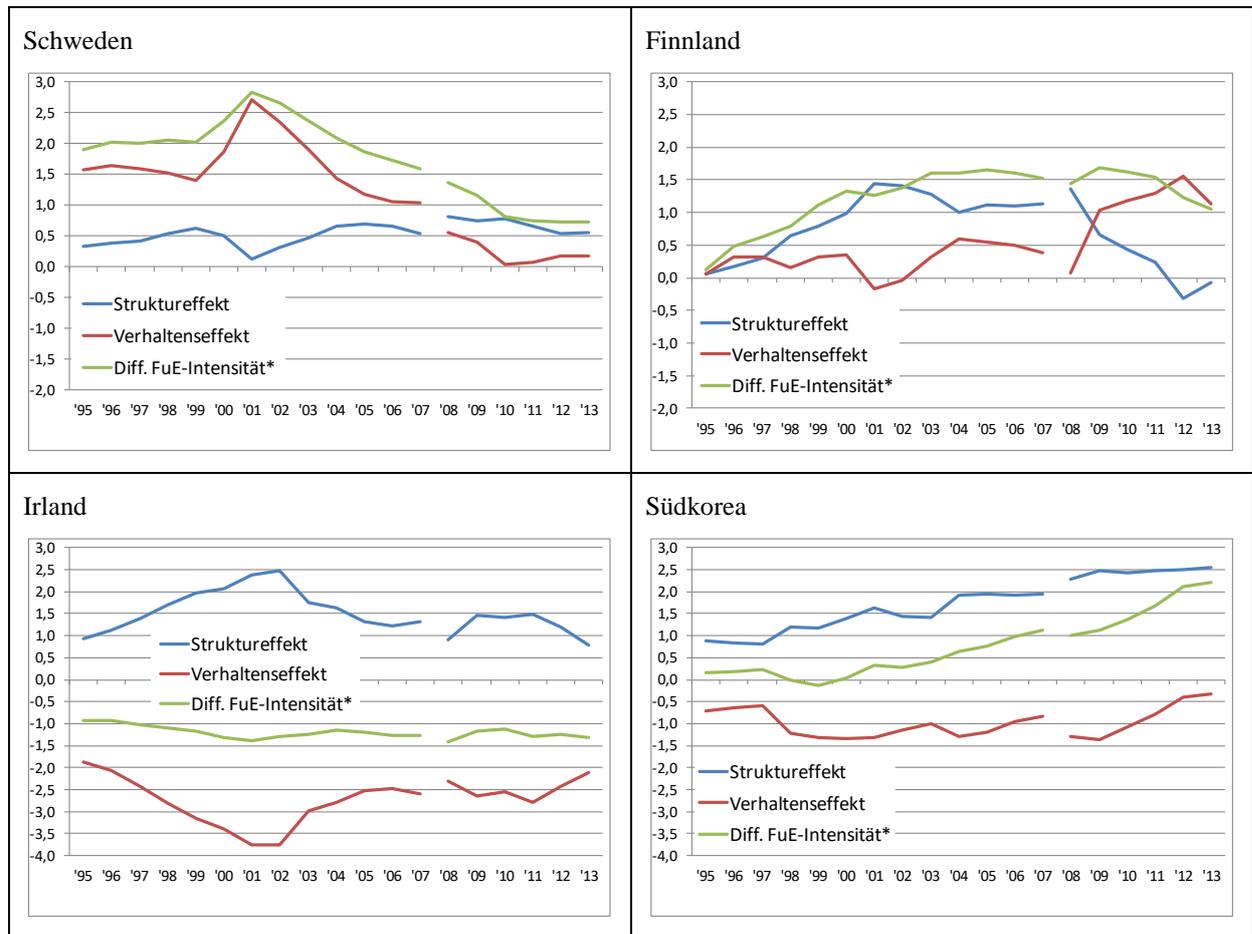
Auch in **Irland** (Abb. 3.10) haben schon seit Beginn der 1990er Jahre hohe finanzielle Anreize die Ansiedlung multinationaler Unternehmen v.a. aus den Bereichen Pharma, Elektronik, Information und Kommunikation gefördert, ohne dass sich dies in einer nachhaltigen Verbesserung der FuE-Position niedergeschlagen hat. In der **Slowakischen Republik** (Abb. 3.9) ist die Verbesserung des Struktureffekts deutlich geringer ausgefallen als in Ungarn oder der Tschechischen Republik, weil spürbare Wertschöpfungszuwächse im Automobilssektor durch parallele Einbrüche in Chemie/Pharma konterkariert wurden. Zudem hat die ausgeprägt schwache intrasektorale FuE-Neigung ein weiteres Zurückfallen im FuE-Wettbewerb bewirkt. Auch in **Polen** (Abb. 3.9) ist der tendenziell rückläufige Trend erst seit 2008/09 auf ähnlich niedrigem Niveau wie in der Slowakischen Republik zum Stillstand gekommen. Analog zur dortigen Entwicklung wurden hier ebenfalls strukturelle Verbesserungen im Automobilbau von Anteilsverlusten in anderen Branchen (Chemie/Pharma, Elektronik) ausgeglichen und die intrasektorale FuE-Neigung blieb bis auf die letzten Jahre zunehmend hinter der durchschnittlichen Dynamik der Vergleichsländer zurück.

In **Slowenien** (Abb. 3.9) hat sich die FuE-Intensität in Relation zur Bruttowertschöpfung seit 2008 in kurzer Frist fast verdoppelt, so dass die vormals deutlich ausgeprägte FuE-Lücke im Vergleich zum OECD22-Durchschnitt bereits 2011 geschlossen war. Attraktive Anreizsysteme für ausländische Direktinvestoren und ein deutlicher Ausbau der betrieblichen FuE-Förderung haben maßgeblich zu dieser Entwicklung beigetragen (Deloitte 2015). Die starke Verbesserung beim Verhaltenseffekt ist vorwiegend auf elektrische Ausrüstungen sowie unternehmensnahe Dienstleistungen zurückzuführen: Stark gestiegene FuE-Aktivitäten 2012/2013 schlagen sich bisher (zumindest noch) nicht in entsprechenden Steigerungen der sektoralen Wertschöpfung nieder.

Für **Südkorea** (Abb. 3.10) liegt die weitere Verbesserung der FuE-Position gegenüber dem Länderdurchschnitt in einer immer stärkeren Ausrichtung auf forschungsintensive Industrien begründet, die die im letzten Jahrzehnt vergleichsweise schwache FuE-Neigung mehr als überkompensiert hat. In den letzten Jahren hat sich die FuE-Neigung der südkoreanischen Wirtschaft aber spürbar verbessert und fällt 2013 nur mehr knapp unterdurchschnittlich aus. Die zunehmende Verbesserung beim Struktureffekt lässt sich teils auf den Automobilbau zurückführen, beruht aber zum überwiegenden Teil – spiegelbildlich zu den entsprechenden „Verschlechterungen“ in vielen anderen hochentwickelten Volkswirtschaften – auf dem Bereich Datenverarbeitung/Elektronik, der zudem maßgeblich für die Steigerung der FuE-Neigung in den letzten Jahren verantwortlich ist. Darüber hinaus ist die FuE-Intensität in Südkorea in Chemie/Pharma sowie im übrigen Fahrzeugbau (v. a. Schiffbau) in jüngerer Zeit überdurchschnittlich ausgeweitet worden.

²⁴ Vgl. dazu auch Cordes et al. (2015).

Abb. 3.10: Beitrag von Struktureffekt und Verhaltenseffekt auf die Abweichung der nationalen FuE-Intensität vom OECD-Länderdurchschnitt 1995 bis 2013: Schweden, Finnland, Irland, Südkorea



* Diff. FuE-Intensität: Abweichung der nationalen FuE-Intensität der Wirtschaft vom Länderdurchschnitt (hier: 22 OECD-Länder).

Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Schweden (Abb. 3.10) gehört gemessen an der FuE-Intensität zur Spitzengruppe der Technologieländer. Die positive Differenz zum OECD22-Durchschnitt ist im Verlauf des letzten Jahrzehnts infolge sinkender intrasektoraler FuE-Neigung jedoch merklich zusammengeschrumpft, vor allem bedingt durch deutliche Verluste in Chemie/Pharma und Automobilbau (mit früher positivem, jetzt negativem Verhaltenseffekt) sowie sinkende Vorteile bei Informations- und Kommunikationsdienstleistungen. Erst seit 2010/11 ist diese Entwicklung auf durchschnittlichem Niveau zum Stillstand gekommen. Hingegen ist der positive Struktureffekt, abgesehen vom „Ausreißerjahr“ 2001, vom Niveau her annähernd unverändert geblieben. Vorteile liegen insbesondere bei Datenverarbeitung/Elektronik, Automobilbau und Chemie/Pharma.

Die starke relative Positionsverbesserung von **Finnland** (Abb. 3.10) bezüglich der FuE-Intensität der Wirtschaft bis Mitte des letzten Jahrzehnts wie auch der leichte Rückgang seit 2010 sind fast ausschließlich auf den Bereich Elektronik/Telekommunikationstechnik (ISIC Rev. 3: 32; „Nokia-Effekt“) zurückzuführen. Im Zuge dieser Entwicklung ist der Struktureffekt in diesem Sektor von 0,2 (1995) auf 1,7 (2002) gestiegen und danach zunächst langsam gesunken, ab 2009 (jetzt bezogen auf den ISIC Rev. 4 Sektor 26: Datenverarbeitung/Elektronik/Optik) jedoch bis zum Ausgangsniveau zurückgefallen (2013: 0,2). Alle anderen Wirtschaftszweige zeigen keine oder höchstens sehr geringe positive oder

negative strukturelle Abweichungen vom Länderdurchschnitt. Der relative Rückgang beim Wertschöpfungsanteil ist Spiegelbild des Wegfalls weiter Teile der Elektronikproduktion. Da die FuE-Aktivitäten im Verhältnis dazu weniger stark gesunken sind, ist die sektorale FuE-Intensität im Elektroniksektor parallel zum sinkenden Strukturgewicht deutlich gewachsen. Darüber hinaus zeigen nur noch der Maschinenbau sowie unternehmensnahe Dienstleistungen eine überdurchschnittlich hohe FuE-Neigung.

3.2.2 Dynamische Komponentenzerlegung

In diesem Abschnitt wird ein anderer Ansatz gewählt, der die Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft einzelner Länder ebenfalls auf eine Strukturwandlungskomponente und eine Verhaltenskomponente im Hinblick auf die sektorale FuE-Neigung zurückführt. Anders als bisher werden dabei aber die jeweiligen Beiträge beider Komponenten zur absoluten Veränderung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität in längerfristiger Sicht quantifiziert und nicht die jährliche Abweichung von einem Referenzwert wie in Abschnitt 3.2.1 berechnet.

Diese dynamische Komponentenzerlegung orientiert sich an methodischen Ansätzen, die in einer Vielzahl von Arbeiten zur Analyse entsprechender Einflussfaktoren auf das Produktivitätswachstum Verwendung gefunden haben.²⁵

Folgende Zerlegungsformel wurde den Berechnungen zugrunde gelegt:

$$\Delta a_{ges,j} = \sum_i \Delta a_{i,j} * s_{i,j,t-k} + \sum_i \Delta s_{i,j} * a_{i,j,t-k} + \sum_i \Delta s_{i,j} * \Delta a_{i,j} \quad (3.4)$$

mit

$\Delta a_{ges,j} = a_{ges,j,t} - a_{ges,j,t-k}$ Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft insgesamt a_{ges} zwischen Endjahr (t) und Anfangsjahr (t-k) in Land j

$\Delta a_{i,j} = a_{i,j,t} - a_{i,j,t-k}$ $a_{i,j,t}$: FuE-Intensität in Sektor i im Jahr t (Endjahr) in Land j
 $a_{i,j,t-k}$: FuE-Intensität in Sektor i im Jahr t-k (Anfangsjahr) in Land j

$\Delta s_{i,j} = s_{i,j,t} - s_{i,j,t-k}$ $s_{i,j,t}$: Anteil von Wirtschaftssektor i an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung im Endjahr (t) in Land j
 $s_{i,j,t-k}$: Anteil von Wirtschaftssektor i an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung im Anfangsjahr (t-k) in Land j

Die erste Summe (I) steht für den Verhaltenseffekt und beschreibt eine Veränderung der intrasektoralen FuE-Neigung bei gleichbleibender Wirtschaftsstruktur (*within effect*), ausgedrückt als Summe der mit der Bruttowertschöpfung des Anfangsjahres gewichteten Veränderung der sektoralen FuE-Intensitäten. Die beiden anderen Terme indizieren in Summe den Beitrag des Strukturwandels zur Veränderung der durchschnittlichen FuE-Intensität der Wirtschaft (Struktureffekt). Der mittlere Term (IIa) ist positiv (negativ), wenn Wirtschaftszweige mit überdurchschnittlich hoher (niedriger) FuE-Intensität im Zeitvergleich bei unveränderter sektoraler FuE-Intensität strukturell hinzugewonnen (verloren) haben (*between effect*). Diese Komponente wird durch den *covariance*-Effekt (IIb) verstärkt o-

²⁵ Vgl. dazu insbesondere Cantner / Krüger (2008) und die dort zitierte Literatur.

der abgeschwächt, je nachdem, ob sich FuE-Intensität und Strukturgewicht im Durchschnitt über alle Sektoren in die gleiche Richtung entwickelt haben oder nicht (Cantner / Krüger 2008).

Gemäß Datenverfügbarkeit wurden auch die Berechnungen nach diesem Ansatz getrennt für die Perioden 1995 bis 2007 (nach ISIC 3) sowie 2008 bis 2013 (nach ISIC 4) vorgenommen. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden alle Komponenten in den Ergebnistabellen als jahresdurchschnittliche Wachstumsraten ausgewiesen (Tab. 3.1 und Tab. 3.2).²⁶ Abweichungen der aufsummierten Einzeleffekte vom Gesamteffekt hängen damit zusammen, dass die Daten für einzelne Wirtschaftszweige nicht vollständig verfügbar sind. Bezogen auf den Datensatz nach ISIC3 (1995 bis 2007) gilt dies lediglich für Irland, bezogen auf den Datensatz nach ISIC 4 (2008 bis 2013) für eine größere Anzahl von Ländern, nach Prozentpunkten bewegen sich die ermittelten Abweichungen aber höchstens im zweistelligen Nachkommabereich und haben deshalb keinen Einfluss auf die grundsätzlichen Ergebnisse der Berechnungen.

Tab. 3.1: Komponenten der durchschnittlichen Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft in 22 OECD-Ländern von 1995 bis 2007

1995 bis 2007	Gesamteffekt	Verhaltenseffekt „within“	Struktureffekt			Abweichung der aufsummierten Einzeleffekte vom Gesamteffekt	
			insgesamt	davon: „between“	davon: „covariance“	in % Punkten	in %
Deutschland	2,01	0,16	1,85	2,01	-0,16	0,00	0,00
Frankreich	-0,25	1,52	-1,76	-1,20	-0,57	0,00	0,00
Italien	2,03	2,14	-0,11	-0,44	0,32	0,00	0,00
Großbritannien	-0,66	2,40	-3,06	-2,06	-1,00	0,00	0,00
Belgien	1,08	2,71	-1,63	-0,90	-0,73	0,00	0,00
Niederlande	-0,31	5,01	-5,32	-1,87	-3,44	0,00	0,00
Österreich ¹	6,25	4,95	1,29	0,59	0,70	0,00	0,00
Finnland	6,19	1,27	4,91	5,97	-1,06	0,00	0,00
Schweden	-0,02	-0,74	0,72	0,30	0,42	0,00	0,00
Irland	-0,19	-0,17	-0,02	0,29	-0,32	-0,003	1,39
Portugal	40,76	39,19	1,57	-0,43	2,00	0,00	0,00
Spanien	7,70	10,07	-2,37	-1,38	-0,99	0,00	0,00
Tschechische Republik	4,30	1,17	3,13	7,25	-4,12	0,00	0,00
Polen	-2,30	-2,00	-0,30	-0,64	0,34	0,00	0,00
Slowenien	1,39	1,12	0,27	0,13	0,14	0,00	0,00
Slowakische Republik	-5,37	-5,25	-0,12	4,80	-4,92	0,00	0,00
Ungarn	4,60	3,42	1,17	-0,25	1,42	0,00	0,00
Norwegen	-1,20	-0,97	-0,23	0,22	-0,45	0,00	0,00
Japan	4,09	4,39	-0,30	0,24	-0,54	0,00	0,00
Korea	4,47	2,43	2,04	1,73	0,31	0,00	0,00
USA	0,64	1,78	-1,14	-0,70	-0,43	0,00	0,00
Kanada	0,02	1,58	-1,56	-1,04	-0,52	0,00	0,00

Werte jeweils ausgedrückt als jahresdurchschnittliche Veränderungsrate in Relation zur durchschnittlichen FuE-Intensität der Wirtschaft im Anfangsjahr, d.h. der hier ausgewiesene Gesamteffekt ergibt sich als $(\Delta a)/a_{1995} \cdot 100 / (2007 - 1995)$

Quellen: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

²⁶ In Anlehnung an Cantner / Krüger (2008) wurde die absolute Entwicklung der gesamten FuE-Intensität wie auch deren drei Komponenten jeweils in Prozent der FuE-Intensität des Anfangsjahres ausgedrückt und durch die Differenz zwischen Anfangs- und Endjahr (Zahl der Übergänge) dividiert.

In den meisten der 22 betrachteten OECD-Länder hat die FuE-Intensität der Wirtschaft zwischen 1995 und 2007 zugenommen, in Deutschland um rund 2 Prozent pro Jahr, in 8 Ländern ergibt sich ein negatives Vorzeichen (Tab. 3.1).²⁷ Mit Ausnahme von Frankreich, Großbritannien und den Niederlanden ist der Gesamteffekt zumindest teilweise auf die gleich gerichtete Veränderung der FuE-Neigung in diesen Ländern zurückzuführen, d.h. der Verhaltenseffekt ist entsprechend positiv bzw. negativ und dominiert mit wenigen Ausnahmen zudem die Gesamtentwicklung. Lediglich in Deutschland, Frankreich, Großbritannien, den Niederlanden, Finnland und der Tschechischen Republik hat der Strukturwandel in dieser Zeit die Entwicklung der durchschnittlichen FuE-Intensität der Wirtschaft stärker geprägt als intrasektorale FuE-Anpassungen, weil besonders forschungsintensive Wirtschaftszweige aus der Industrie strukturell an Gewicht gewonnen (Deutschland, Finnland, Tschechische Republik) bzw. verloren haben (Frankreich, Großbritannien, Niederlande). Der Covariance-Effekt fällt jeweils negativ aus, so dass der Struktureffekt insgesamt für Deutschland, Finnland und die Tschechische Republik durch diese Komponente etwas abgeschwächt und der negative Effekt für Frankreich, Großbritannien und die Niederlande weiter verstärkt wird.

In der zweiten, insgesamt kürzeren Betrachtungsperiode der Jahre 2008 bis 2013 ist die durchschnittliche FuE-Intensität in 17 der untersuchten 21 Länder²⁸ gestiegen. Für Deutschland ergibt sich ein jahresdurchschnittlicher Zuwachs von 1,4 %. Im Hinblick auf die Beiträge von intrasektoraler FuE-Intensivierung (Verhaltenseffekt) und wirtschaftsstrukturellen Effekten zeigt sich grundsätzlich ein ähnliches Ergebnis wie in der Vorperiode. In ebenfalls 17 Ländern wird der Gesamteffekt von der Verhaltenskomponente determiniert, darunter auch Frankreich, Italien und die Niederlande, wo 1995 bis 2007 noch (negative) strukturelle Effekte die Gesamtentwicklung geprägt hatten. Diese haben sich in der zweiten Periode ins Gegenteil verkehrt (Großbritannien) und / oder sind von einer überproportional höheren intrasektoralen FuE-Intensivierung überkompensiert worden. Auch in Bezug auf Schweden, die USA und Kanada wird die insgesamt rückläufige FuE-Intensität der Wirtschaft von 2008 bis 2013 im Wesentlichen durch eine abnehmende intrasektorale FuE-Neigung bestimmt, die jedoch in allen drei Fällen von negativen Struktureffekten verstärkt wird.

Lediglich in fünf Ländern ist die Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft insgesamt von 2008 bis 2013 primär vom Struktureffekt bestimmt. Hierunter finden sich wie in der Vorperiode Deutschland und Finnland, darüber hinaus nunmehr auch Irland, Portugal und Spanien. Während von 1995 bis 2007 sowohl in Deutschland als auch in Finnland der positive Struktureffekt von einem zwar schwächer ausgeprägten, aber gleichfalls positiven Verhaltenseffekt begleitet worden war, wird dieses Ergebnis in der zweiten Periode nur mehr für Deutschland bestätigt. Aus der Sicht von Finnland hat sich der vormals stark positive Struktureffekt ins Gegenteil gedreht, was in beiden Fällen im Wesentlichen durch den „Nokia-Effekt“ bestimmt wurde. Dieser hat sich in der Periode 2008 bis 2013 in einem massiven Rückgang der Elektronikproduktion ohne entsprechenden Abbau der FuE-Kapazitäten niedergeschlagen und damit den stark negativen Struktureffekt und positiven Verhaltenseffekt begründet (vgl. Abschnitt 3.2.1).

In Deutschland ist der moderate Zuwachs der durchschnittlichen FuE-Intensität der Wirtschaft über den Gesamtzeitraum hinweg im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass forschungsintensive Wirtschaftszweige, vor allem getrieben durch den Fahrzeugbau, im Schnitt immer stärker zur Bruttowertschöpfung in Deutschland beitragen und weniger forschungsintensive Branchen strukturell weiter ver-

²⁷ Der herausragend hohe jährliche Zuwachs der FuE-Intensität der Wirtschaft in Portugal erklärt sich dadurch, dass diese im Anfangsjahr 1995 erst bei unter 0,2 % lag und bis 2007 auf gut 1 % gestiegen ist.

²⁸ Für Japan lagen zum Zeitpunkt der Analyse keine Informationen nach ISIC 4 vor (vgl. Abschnitt 2).

lieren (Struktureffekt). Hiermit zeigt Deutschland eine im Ländervergleich einzigartige Entwicklung, die durch den hohen Einfluss einer Branche (Automobilbau) jedoch gewisse Risiken birgt - gerade vor dem Hintergrund dringender Anpassungserfordernisse (E-Mobilität), die die Kernkompetenzen der Branche betreffen.²⁹

Tab. 3.2: Komponenten der durchschnittlichen Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft in 21 OECD-Ländern von 2008 bis 2013

2008 bis 2013	Gesamteffekt	Verhaltenseffekt „within“	Struktureffekt			Abweichung der aufsummierten Einzeleffekte vom Gesamteffekt	
			insgesamt	davon: „between“	davon: „covariance“	in % Punkten	in %
Deutschland	1,41	0,43	0,97	1,37	-0,40	0,00	0,00
Frankreich	2,90	4,31	-1,41	-1,10	-0,31	0,00	0,01
Italien	3,57	5,08	-1,51	-0,95	-0,57	0,00	0,02
Großbritannien	1,94	1,36	0,58	0,58	0,00	0,00	0,01
Belgien	6,63	7,20	-0,57	-0,28	-0,29	0,00	-0,01
Niederlande	6,31	9,69	-3,38	-1,13	-2,25	0,00	0,00
Österreich	3,95	3,70	0,25	-0,06	0,31	0,00	-0,06
Finnland	-1,15	9,84	-10,99	-6,07	-4,92	0,00	0,00
Schweden	-2,40	-1,72	-0,69	-0,45	-0,23	0,00	0,00
Irland	3,43	1,52	1,93	2,32	-0,39	-0,02	-0,54
Portugal	-2,14	-0,74	-1,41	-0,60	-0,81	0,00	0,05
Spanien	0,13	-0,58	0,71	1,00	-0,29	0,00	-0,01
Tschechische Republik	8,80	7,01	1,79	1,50	0,29	0,00	0,00
Polen	19,62	20,99	-1,29	-0,75	-0,54	-0,08	-0,38
Slowenien	19,60	16,62	2,98	2,51	0,47	0,00	0,00
Slowakische Republik	20,10	16,61	3,50	1,68	1,82	0,00	0,00
Ungarn	17,96	16,24	1,73	2,13	-0,41	-0,01	-0,03
Norwegen	2,01	2,83	-0,83	0,31	-1,14	0,00	0,00
Korea	7,22	4,06	3,16	2,83	0,33	0,00	0,00
USA	-0,48	-0,34	-0,14	-0,02	-0,12	0,00	0,00
Kanada	-2,76	-2,09	-0,66	-0,02	-0,64	-0,01	0,30

Werte jeweils ausgedrückt als jahresdurchschnittliche Veränderungsrate in Relation zur durchschnittlichen FuE-Intensität der Wirtschaft im Anfangsjahr, d.h. der hier ausgewiesene Gesamteffekt ergibt sich als $(\Delta a)/a_{2008} * 100 / (2013 - 2008)$.
Quellen: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

In einer weiteren Analyse wurde versucht, die Veränderung globaler sektoraler FuE-Intensitäten auf Veränderungen der Strukturgewichte einzelner Länder an der globalen sektoralen Bruttowertschöpfung (Struktureffekt) sowie auf Veränderungen nationaler durchschnittlicher FuE-Neigungen (Verhaltenseffekt) zurückzuführen. Dieser Ansatz erwies sich jedoch nicht als praktikabel, weil hierzu Daten für die jeweiligen Sektoren komplett für alle Länder vorliegen müssen, um sinnvolle Ergebnisse produzieren zu können. Dies ist jedoch für eine ganze Reihe von Wirtschaftszweigen nicht der Fall.

²⁹ Vgl. dazu das in Abschnitt 5 dargestellte Szenario zu den Wirkungen eines Wertschöpfungseinbruchs in der deutschen Automobilindustrie auf die FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft insgesamt.

4 Differenzierung nach Sektor- und Ländereffekten

Die bisherigen Indikatoren zeigen, wie die FuE-Intensität in der Wirtschaft eines Landes - und damit auch dessen gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität (vgl. Abschnitt 2) - durch die sektorale Zusammensetzung der Wirtschaft beeinflusst wird (vgl. Abschnitt 3). Deshalb stellt der intersektorale Strukturwandel in der Wirtschaft einen wichtigen Bestimmungsgrund für die langfristige Entwicklung dieses Indikators dar. Darüber hinaus verbleiben weiterhin deutliche Unterschiede in der FuE-Intensität zwischen den Ländern sowohl hinsichtlich des Niveaus als auch der langfristigen Entwicklung, die u. a. auf landesspezifische Faktoren und Verhalten der Unternehmen zurückgeführt werden (vgl. zusammenfassend z. B. Moncada-Paternò-Castello 2016, auch Abschnitt 3.2).

Die unterschiedliche Bedeutung des Sektor- und des Ländereffekts auf die FuE-Intensität der Wirtschaft in den betrachteten 22 OECD-Ländern kann auch mittels eines Fixed-Effects-Modells quantifiziert werden (Abschnitt 4.1). Dieses Modell kann Ausgangspunkt für die Diskussion weiterer Determinanten der FuE-Intensität sein, die sich bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung über den Sektoreffekt auswirken (Abschnitt 4.2)

4.1 Sektor-, Länder- und Zeiteffekte

Grundlage der Schätzung sind Paneldaten für die zwei Untersuchungszeiträume, die sich aus der Verfügbarkeit von Wirtschaftszweigdaten nach ISIC Rev. 3 (1995 bis 2007) und ISIC Rev. 4 (2008 bis 2013) ergeben (vgl. Abschnitt 1.2). Das erste Panel besteht aus 26 Wirtschaftszweigen nach ISIC Rev. 3 in 22 Ländern für 13 Jahre. Im zweiten Panel sind Daten für 30 Wirtschaftszweige nach ISIC Rev. 4 in 22 Ländern für sechs Jahre verfügbar. Geschätzt werden jeweils zwei Fixed-Effects-Modelle mit der FuE-Intensität (RDI, in Prozent) des Wirtschaftszweigs i im Land j im Jahr t als endogener Variable (vgl. Mathieu, van Pottelsberghe 2010). Als exogene Variablen dienen Dummy-Variablen für die Beobachtungsjahre (t), die Länder (j) und die Wirtschaftszweige (i).³⁰

$$RDI_{i,j,t} = a + b_t \text{Jahr} + c_j \text{Land} + d_i \text{Wirtschaftszweig} + e_{i,j,t} \quad (4.1)$$

Deskriptive Statistiken zum Mittelwert und zur Verteilung der FuE-Intensität nach Ländern und Wirtschaftszweigen finden sich in den Tabellen A.4.2 und A.4.3 im Anhang.

Als Referenzpunkte dienen die Jahre 1995 (ISIC Rev. 3) bzw. 2008 (ISIC Rev. 4), das Land Italien und der Wirtschaftszweig „Metallerzeugnisse“. Die geschätzten Parameter b , c , und d messen den Umfang der Abweichung der FuE-Intensität vom Referenzjahr, -land oder -wirtschaftszweig.

Modell 1 dokumentiert länderspezifische Unterschiede in der FuE-Intensität unter Beachtung möglicher Zeiteffekte zwischen 1995 bis 2007 (Tab. 4.1). Die Tatsache, dass keiner der Zeit-Dummies einen statistisch signifikanten Einfluss auf die FuE-Intensität ausübt, zeigt, dass bei langfristiger Betrachtung und Kontrolle für Länderspezifika kein eigenständiger Zeiteffekt festzustellen ist. Dies gilt auch dann, wenn für länderspezifische Zeiteffekte in Form von Interaktionsvariablen zwischen Länder-Dummies und Jahresvariablen kontrolliert wird (hier nicht dargestellt).

³⁰ Dieses Modell entspricht einer gepoolten Querschnittsschätzung mit zeitinvarianten Störgrößen.

**Tab. 4.1: Zeit-, länder- und wirtschaftszweigspezifische Effekte 1995 bis 2007
(OLS, Dummy-Variablen-Ansatz)**

Abhängige Variable: FuE-Intensität in %	Modell 1		Modell 2	
	b	t	b	t
1995	0	.	0	.
1996	0,021	0,05	0,021	0,07
1997	-0,162	-0,36	-0,145	-0,46
1998	-0,303	-0,68	-0,285	-0,93
1999	-0,226	-0,50	-0,208	-0,66
2000	-0,099	-0,21	-0,082	-0,24
2001	0,074	0,15	0,126	0,36
2002	-0,078	-0,17	-0,046	-0,14
2003	-0,173	-0,39	-0,141	-0,44
2004	-0,071	-0,16	-0,039	-0,13
2005	0,014	0,03	0,046	0,15
2006	0,489	0,90	0,504	1,23
2007	0,497	0,95	0,495	1,26
Frankreich	5,178	7,28	5,178	12,32
USA	4,395	6,27	4,395	9,76
Schweden	3,835	4,97	4,030	6,70
Japan	3,656	6,47	3,656	10,20
Deutschland	3,071	5,06	3,071	8,87
Belgien	2,690	4,75	2,690	8,76
Norwegen	2,541	4,44	2,737	8,50
Österreich	2,469	3,73	2,467	7,74
Kanada	2,330	3,88	2,641	6,81
Finnland	1,982	3,74	2,510	9,38
Großbritannien	1,765	3,68	1,765	5,82
Niederlande	1,172	1,50	1,478	2,22
Südkorea	0,734	1,78	0,734	3,20
Italien	0	.	0	.
Spanien	-0,226	-0,62	-0,226	-1,02
Slowenien	-0,458	-1,19	-0,181	-0,78
Irland	-0,826	-2,31	-0,898	-3,05
Tschechische Republik	-0,858	-2,34	-0,858	-2,68
Portugal	-1,677	-5,18	-1,822	-6,26
Slowakische Republik	-1,873	-5,96	-1,568	-5,12
Polen	-2,074	-6,98	-2,074	-6,77
Ungarn	-2,153	-7,08	-2,153	-6,82
Rundfunk- und Nachrichtentechnik (32)			20,430	20,29
Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen (30)			11,931	14,29
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Uhren (33)			10,679	18,78
Chemische & pharmazeutische Erzeugnisse (24)			9,430	27,61
Sonstiger Fahrzeugbau (35)			9,244	15,76
Kraftwagen und Kraftwagenteile (34)			7,808	20,11
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä. (31)			5,556	14,04
Maschinenbau (29)			3,866	25,31
Gummi- und Kunststoffwaren (25)			1,593	9,70
Kokerei und Mineralölverarbeitung (23)			1,484	4,48
Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen, a.n.g. (71-74)			1,081	5,85
Metallerzeugung & -bearbeitung (27)			0,970	6,51
Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen & Erden (26)			0,322	2,13
Textilien, Bekleidung, Leder (17-19)			0,198	1,24
Möbel und sonst Waren, Recycling (36-37)			0,093	0,58
Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung (15-16)			0,068	0,43
Metallerzeugnisse (28)			0	.
Bergbau & Gewinnung von Steinen & Erden (10-14)			-0,137	-0,77
Holz & Papier, Drucken und Vervielfältigung (20-22)			-0,430	-2,66
Verkehr und Nachrichtenübermittlung (60-64)			-0,533	-3,15
Energie- und Wasserversorgung (40-41)			-0,538	-3,23
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (01-05)			-0,646	-3,80
Kredit- und Versicherungsgewerbe (65-67)			-0,795	-4,55
Handel (50-52)			-0,796	-4,63
Baugewerbe (45)			-0,811	-4,67
Konstante	2,963	6,81	-0,260	-0,85
N	6829		6829	
R-sq	0,076		0,515	
adj. R-sq	0,072		0,511	
F	33,18		96,57	
df	(33;6795)		(57;6771)	

Standardgruppen: 1995, Italien, Metallerzeugnisse (27), Wirtschaftszweige nach ISIC Rev. 3.

Quellen: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Im Gegensatz dazu belegen die ausgewiesenen Länder-Dummies erhebliche, zeitunabhängige und statistisch signifikante Unterschiede in der FuE-Intensität zwischen den einbezogenen Ländern. Diese erklären zusammen 7,6 % der Varianz der FuE-Intensität (R^2 , und Varianzanalyse (between effect ohne Zeiteffekte)). Die höchsten Ländereffekte zeigen Frankreich, die USA, Schweden, Japan und Deutschland. Dagegen fallen die süd- und osteuropäischen Länder deutlich ans Ende der Hierarchie. Der vergleichsweise geringe Effekt bei Südkorea, das zu den Ländern mit der höchsten gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität zählt, dürfte vor allem auf die sehr hohe Spezialisierung des Landes auf wenige FuE-intensive Wirtschaftszweige zurückzuführen sein (vgl. auch Abschnitt 3.2).

An der grundlegenden Hierarchie und den Unterschieden zwischen den Ländern ändert sich nichts, wenn zusätzlich für den Einfluss der Wirtschaftszweige auf die FuE-Intensität kontrolliert wird (Modell 2).³¹ Allerdings nimmt damit der Erklärungsgehalt des Modells deutlich zu. Das adjusted R^2 steigt auf über 0,5; der Anteil der Varianz der FuE-Intensität, der durch Unterschiede in der Wirtschaftszweigzugehörigkeit erklärt wird, liegt bei 44 % (Varianzanalyse (between effect ohne Zeiteffekte)). Wie nicht anders zu erwarten, ist die Hierarchie der Wirtschaftszweigeffekte weitestgehend durch die Höhe ihrer durchschnittlichen FuE-Intensität gekennzeichnet. Wenn für den Einfluss des Landes und der zeitlichen Entwicklung auf die FuE-Intensität kontrolliert wird, weisen die Rundfunk- und Nachrichtentechnik, die Hersteller von Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen sowie die Hersteller von Medizin-, Mess-, Steuer-, Regeltechnik und optischen Erzeugnissen (MMSRO) die höchsten Effekte auf. Am Ende der Hierarchie finden sich das Baugewerbe und zahlreiche Dienstleistungszweige, die allesamt wenig FuE-intensiv produzieren.

Diese grundlegenden Zusammenhänge ändern sich auch nicht bei Verwendung des zweiten Paneldatensatzes für die Jahre 2008 bis 2013, dessen Wirtschaftszweige nach ISIC 4 abgegrenzt sind. Es werden die gleichen 22 Länder einbezogen wie in der Vorperiode (Tab. 4.2).

Analog zu Modell 1 bildet Modell 3 die länderspezifischen Effekte unter Kontrolle für mögliche Zeiteffekte zwischen 2008 und 2013 ab. Die Hierarchie der Ländereffekte hat sich gegenüber dem Zeitraum 1995 bis 2007 nur wenig verändert. An der Spitze stehen weiterhin Frankreich, Japan, die USA und Schweden. Finnland ist aus dem Mittelfeld nach vorn gerückt und der Effekt für Deutschland ist deutlich kleiner geworden. Diese Veränderungen korrespondieren mit der Entwicklung der in Abschnitt 3.2 analysierten Komponenten der FuE-Intensität. In Finnland hat der von der Wirtschaftsstruktur unabhängige Verhaltenseffekt in diesem Zeitraum deutlich an Bedeutung gewonnen, während der Struktureffekt merklich verloren hat. In Deutschland ist die Entwicklung dagegen eher umgekehrt verlaufen, hier wird die FuE-Intensität gegenüber der Vorperiode vor allem von der Wirtschaftsstruktur positiv beeinflusst. Weiterhin am Ende der Hierarchie finden sich die ost- und südeuropäischen Länder. Die relative Positionsverbesserung von Slowenien korrespondiert ebenfalls mit einem in Zusammenhang mit der Komponentenzerlegung festgestellten Bedeutungszuwachs des von der Wirtschaftsstruktur unabhängigen Verhaltenseffekts.

³¹ Vgl. auch Mathieu und van Pottelsberghe (2010).

**Tab. 4.2: Zeit-, Länder- und Wirtschaftszweigspezifische Effekte 2008 bis 2013
(OLS, Dummy-Variablen-Ansatz)**

Abhängige Variable: FuE-Intensität in %	Modell 3		Modell 4	
	b	t	b	t
2008	0	.	0	.
2009	0,449	1,30	0,449	1,88
2010	0,223	0,68	0,223	0,99
2011	0,367	1,09	0,367	1,59
2012	0,532	1,49	0,532	2,13
2013	0,514	1,51	0,529	2,29
Frankreich	4,626	5,16	4,626	8,22
Japan	4,467	4,94	3,782	5,89
USA	3,390	3,97	3,343	6,47
Schweden	2,714	3,86	2,714	7,33
Finnland	2,209	2,80	2,142	4,26
Österreich	2,040	3,59	2,022	8,58
Belgien	1,789	2,65	1,789	5,17
Großbritannien	1,520	2,42	1,473	5,03
Norwegen	1,389	2,26	1,142	2,96
Deutschland	1,229	2,15	1,229	5,50
Südkorea	1,055	1,88	1,008	3,76
Slowenien	0,997	1,87	0,979	4,19
Kanada	0,961	1,56	0,714	2,06
Niederlande	0,810	1,51	0,810	2,23
Italien	0	.	0	.
Portugal	-0,547	-1,44	-0,547	-1,94
Irland	-0,601	-1,61	-0,645	-1,90
Spanien	-0,631	-1,63	-0,631	-2,56
Tschechische Republik	-0,984	-2,61	-0,984	-3,35
Ungarn	-1,273	-3,35	-1,395	-4,48
Slowakische Republik	-1,837	-5,19	-1,920	-5,70
Polen	-1,930	-5,54	-1,930	-5,99
DV-Geräte, elektronischen & optischen Erzeugnisse (C26)			16,348	15,84
Sonstiger Fahrzeugbau (C30)			10,994	12,42
Chemische & pharmazeutische Erzeugnisse (20-21)			9,862	14,91
Kraftwagen und Kraftwagenteile (C29)			9,118	10,94
Elektrische Ausrüstungen (C27)			5,918	12,81
Maschinenbau (C28)			4,043	17,34
Freiberufliche, wissenschaftl. & techn. Dienstleistungen (M)			1,593	5,79
Information & Kommunikation (J)			1,386	6,81
Kokerei und Mineralölverarbeitung (C19)			1,152	2,58
Möbeln und sonstige Waren (C31-C32)			1,081	5,16
Gummi- und Kunststoffwaren (C22)			1,058	5,64
Metallerzeugung & -bearbeitung (C24)			0,983	4,98
Textilien, Bekleidung, Leder (C13-C15)			0,842	2,13
Glas & Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen & Erden (C23)			0,364	1,63
Reparatur & Installation v. Maschinen und Ausrüstungen (C33)			0,340	1,22
Metallerzeugnisse (C28)			0	.
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak (C10-C12)			-0,544	-2,75
Bergbau & Gewinnung von Steinen & Erden (B)			-0,587	-2,63
Holz & Papier, Drucken und Vervielfältigung (C16-C18)			-0,669	-3,14
Finanz- & Versicherungsdienstleistungen (K)			-1,350	-6,18
Energie- & Wasserversorgung, Abwasser- & Abfallentsorg. (D-E)			-1,388	-6,75
Handel (G)			-1,413	-6,52
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A)			-1,423	-6,87
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen (N)			-1,536	-7,26
Sonstige Dienstleistungen (S)			-1,595	-7,44
Baugewerbe/Bau (F)			-1,610	-7,63
Kunst, Unterhaltung & Erholung (R)			-1,612	-7,17
Verkehr & Lagerei (H)			-1,706	-8,03
Gastgewerbe/Beherbergung und Gastronomie (I)			-1,762	-7,78
Konstante	2,212	5,55	0,558	2,21
N	3695		3695	
R-sq	0,078		0,568	
adj. R-sq	0,071		0,562	
F	26,018		61,041	
df	(26;3668)		(54;3640)	

Standardgruppe: 2008, Italien, Metallerzeugnisse (C28), Wirtschaftszweige nach ISIC Rev. 4.

Quellen: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Die Hierarchie der Ländereffekte bleibt unverändert, wenn man zusätzlich für den Einfluss der Wirtschaftszweigezugehörigkeit auf die FuE-Intensität kontrolliert (Modell 4). Insgesamt erklären die Ländereffekte 7,7 % der Varianz der FuE-Intensität (Varianzanalyse; between effect ohne Zeiteffekte). Auf die Sektoreffekte entfallen 49,4 % der FuE-Varianz. Auch nach der neuen Wirtschaftszweigsystematik ISIC Rev. 4 stehen die bekannten FuE-intensiven Wirtschaftszweige an der Spitze der Hierarchie, wenn für Zeit- und Ländereffekte kontrolliert wird. Dies betrifft die Elektronikindustrie (C26), den Luft- und Raumfahrzeugbau als wichtigen Teil des sonstigen Fahrzeugbaus (C30), die Chemie- und Pharmaindustrie (C20-C21) und den Automobilbau (C29). Es folgen die Elektroindustrie (C27), der Maschinenbau (C28), technische Dienstleistungen (M) sowie Informations- und Kommunikationsdienstleistungen (J). Auch wenn die Sektoreffekte für die betrachteten Zeiträume bis 2007 und nach 2007 nicht direkt vergleichbar sind, deutet letzteres darauf hin, dass bestimmte Dienstleistungsbereiche in den letzten Jahren wichtiger für die gesamtwirtschaftlichen FuE-Anstrengungen geworden sind. Das Ende der Hierarchie bilden wie in der ersten Untersuchungsperiode vor allem Dienstleistungszweige mit einer generell geringen FuE-Neigung.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse, dass die FuE-Intensität der Wirtschaft in hohem Maße von der Wirtschaftsstruktur eines Landes abhängt. Länderspezifika, die darüber hinausgehen, sind ebenfalls relevant, insgesamt allerdings weitaus weniger als die Wirtschaftsstruktur. Langfristig bilden die Unterschiede in der FuE-Intensität zwischen Ländern zum großen Teil deren unterschiedliche Entwicklungspfade beim intersektoralen Strukturwandel ab. Das unterschiedliche Wachstum FuE-intensiver Wirtschaftszweige spiegelt sich deshalb stärker in der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität eines Landes als Prozesse, die zwar eine Steigerung der FuE-Intensität innerhalb einer Branche bewirken, aber keine oder nur geringe Wachstumsimpulse auslösen.

4.2 Weitere Einflussfaktoren

Die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität als einer der zentralen Indikatoren für die technologische Leistungsfähigkeit wird in erheblichem Maß von der Wirtschaftsstruktur der jeweiligen Länder mitbestimmt. Die in Abschnitt 3.2 vorgenommene Differenzierung der FuE-Intensität der Wirtschaft in eine Struktur- und Verhaltenskomponente hat verdeutlicht, in welchem Umfang intersektoraler Strukturwandel langfristig Einfluss auf die FuE-Intensität genommen hat. Die differenzierte Betrachtung von Sektor- und Ländereffekten auf der Meso-Ebene der Wirtschaftszweige zeigt, welche Branchen diesen Prozess maßgeblich bestimmt haben. Offen bleibt dabei aber weiterhin, welche Faktoren über die Struktur- bzw. Sektorkomponente sowie über die Verhaltenskomponente Einfluss auf die FuE-Intensität nehmen (vgl. Übersicht 3.1 in Abschnitt 3.2 und Moncada-Paternò-Castello 2016). Neben exogenen strukturellen Faktoren gibt es eine Reihe von endogenen strukturellen Faktoren, die branchentypische Charakteristika umschreiben und auf die Strukturkomponente der FuE-Intensität wirken können. Gleichzeitig wird die Verhaltenskomponente insbesondere von firmenspezifischen Charakteristika und firmenspezifischen FuE-Strategien bestimmt.

Häufig wird den Determinanten der FuE-Intensität (RDI) mittels eines ökonometrischen Modells der folgenden Form nachgegangen (vgl. Erken, van Es 2007):

$$RDI_{i,t} = a + b_i X_{i,t} + c_i D_{i,t} + e_{i,t} \quad (4.2)$$

Demnach ist die FuE-Intensität von Ländern, Wirtschaftszweigen oder Unternehmen i im Jahr t von einer Reihe exogener Variablen $X_{i,t}$ sowie länder-, wirtschaftszweig-, oder unternehmensspezifischer fixer Effekte $D_{i,t}$ abhängig. Hinzu kommt der Störterm $e_{i,t}$. Diese Funktion ist auf der Mikroebene der Unternehmen und Mesoebene der Wirtschaftszweige direkt schätzbar, wenn Daten für $X_{i,t}$ auf

gleicher Ebene verfügbar sind. Dies ist häufig, so auch hier, nicht der Fall. Trotzdem kann die Frage nach Faktoren, welche die Strukturkomponente der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität beeinflussen, auch auf der Makroebene der Länder untersucht werden. Hier fallen allerdings die fixen Effekte für Wirtschaftszweige bzw. Unternehmen weg. Deshalb ist es erforderlich, den Vektor der exogenen Variablen $X_{i,t}$ um den mittels Komponentenerlegung ermittelten Verhaltenseffekt $INT_{i,t}$ zu erweitern. Die Koeffizienten b_i von $X_{i,t}$ in Gleichung 4.2 erklären denjenigen Teil der Varianz der FuE-Intensität, der nicht auf den Verhaltenseffekt $INT_{i,t}$ zurückzuführen ist. Da sich die Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft eines Landes definitorisch aus der Summe aus Strukturkomponente $STR_{i,t}$ und Verhaltenskomponente $INT_{i,t}$ zusammensetzt (Abschnitt 3.2), bedeutet dies, dass die Koeffizienten b_i den Teil der Varianz von $RDI_{i,t}$ erklären, der mit dem Struktureffekt verbunden ist.

$$RDI_{i,t} = a + b_i X_{i,t} + c_i INT_{i,t} + e_{i,t} \quad (4.2)$$

Um dieses Modell als Panel-Modell (fixed oder random effects model) schätzen zu können, ist die Annahme erforderlich, dass Struktur- und Verhaltenseffekt nicht von den gleichen exogenen Variablen $X_{i,t}$ abhängig sind. Dies hätte inkonsistente Koeffizientenschätzungen zur Folge, da exogene Variablen aus $X_{i,t}$ systematisch mit $INT_{i,t}$ korrelieren.³²

Einfache Fixed-Effects-Modelle nach Gleichung 4.2 geben erste Hinweise auf solche gesamtwirtschaftlichen Faktoren, die über die Strukturkomponente mit der FuE-Intensität eines Landes verbunden sind.

Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene werden vor allem drei Faktoren genannt, die Einfluss auf die Sektorstruktur und damit die Strukturkomponente ausüben können (vgl. Mathieu, von Pottelsberghe de la Potterie 2010, Moncada-Paternò-Castello 2016). Länder unterscheiden sich hinsichtlich

- (1) Marktfaktoren, wie die Nachfrageentwicklung, das Marktvolumen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit,
- (2) technologischer Möglichkeiten und der Fähigkeit der Erlangung von wissenschaftlichem und technischem Know-how, z. B. durch ein entsprechendes technologisches Umfeld durch öffentliche oder öffentlich geförderte FuE,
- (3) industrieller Rahmenbedingungen, die die Anwendung neuen Wissens ermöglichen, etwa die Existenz großer Unternehmen in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen oder technologieorientierte Unternehmensgründungen.

Folgende exogene Variablen sind Element von $X_{i,t}$:

- (1) Der Anteil der gesamten öffentlichen FuE-Aufwendungen (PUB) in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen am Bruttoinlandsprodukt (GDP) in Prozent steht für das technologische Umfeld. Es wird erwartet, dass PUB/GDP positiv mit der FuE-Intensität der Wirtschaft korreliert. Öffentliche FuE stellt Leistungen der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung bereit, die von der Wirtschaft genutzt werden können (Falk 2006, Mathieu, von Pottelsberghe de la Potterie 2010).
- (2) Der Index der relativen Lohnstückkosten (relative unit labour costs, RLC) ist ein etablierter Indikator zur Messung der internationalen (Preis-)Wettbewerbsfähigkeit eines Landes.³³ Dabei wird

³² Die Annahme ist nicht erforderlich, wenn INT (i,t) durch Hinzuziehung weiterer Variablen, die nicht mit X(i,t) korrelieren, instrumentalisiert wird. Hierfür ist eine Erweiterung des Modells notwendig.

³³ Zur Diskussion der Methodik siehe Neary (2006).

der Index der Lohnstückkosten eines Landes in Relation zum entsprechenden Wert für die gesamte OECD gesetzt (vgl. OECD.STAT: Monthly Monetary and Financial Statistics (MEI))³⁴. Es wird erwartet, dass die relativen Lohnstückkosten eines Landes negativ mit der FuE-Intensität korrelieren. Steigende Lohnstückkosten beeinflussen den Struktureffekt negativ, weil damit langfristig die Wettbewerbsposition auf internationalen Märkten geschwächt wird (Erken 2008, 123).

- (3) Die Relation der weltweiten FuE-Aufwendungen von großen multinationalen Unternehmen³⁵ zu den inländischen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (BERD) des Landes, in dem diese Unternehmen ihren Sitz haben, dient als Indikator für die länderspezifische Internationalisierung von FuE (INTER). Der Wertebereich (standardisiert über alle 22 Länder) liegt zwischen Null („keine der 2500 größten Unternehmen im Land“) in Polen sowie der Slowakischen Republik und 1 „höchster Wert aller 22 Länder“ in den Niederlanden, wo die weltweiten FuE-Aufwendungen der großen Unternehmen mehr als doppelt so hoch sind wie die gesamten inländischen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (BERD nach Standortkonzept). Mit der Tatsache, dass sehr große multinationale Unternehmen im Inland ihren Sitz haben, steigt die Wahrscheinlichkeit für FuE- und/oder Produktionsverlagerungen zwischen dem In- und Ausland. Im Stammland können sich dabei sowohl positive Effekte für die Strukturkomponente (Nutzung von technologischem Know-how aus dem Ausland stärkt das Gesamtunternehmen und damit auch inländische Produktion und Wertschöpfung) als auch negative Effekte ergeben (FuE- und Wertschöpfungsverlagerung ins Ausland schwächt die inländischen Standorte).³⁶ Diese Variable ist ausschließlich für die Jahre 2009 bis 2013 verfügbar.
- (4) Das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf der Bevölkerung (GDP/POP) steht als Indikator für die Wirtschaftskraft eines Landes. Es ist von einem positiven Zusammenhang zwischen Wirtschaftskraft und FuE-Intensität eines Landes auszugehen.

Deskriptive Statistiken zu allen Variablen finden sich in Anhangtabelle A.4.3 differenziert für die beiden Untersuchungszeiträume 1995 bis 2007 und 2008 bis 2013.

Die erste Modellschätzung (Tab. 4.3) berücksichtigt fixe Effekte für 22 OECD-Länder und 13 Jahre (1995 bis 2007). Nach Kontrolle für den Einfluss der Verhaltenskomponente auf die FuE-Intensität verbleiben insgesamt statistisch signifikante Einflüsse der anderen exogenen Variablen auf die FuE-Intensität in der gewerblichen Wirtschaft, die der Strukturkomponente zuzurechnen sind und die erwartete Richtung aufweisen: Die FuE-Intensität der Wirtschaft eines Landes ist positiv mit der öffentlichen FuE-Intensität korreliert. Steigende Lohnstückkosten wirken negativ und eine wachsende Wirtschaftskraft eines Landes führt über die Strukturkomponente zu einer Steigerung der FuE-Intensität in der Wirtschaft.

³⁴ OECD.STAT: Monthly Monetary and Financial Statistics (MEI), vgl. OECD Economic Outlook Sources and Methods (<http://www.oecd.org/eco/sources-and-methods.htm>).

³⁵ Verwendet werden hierzu Daten aus dem EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2015. Die verfügbare Datenbank erfasst FuE-Aufwendungen und andere wirtschaftliche Kennzahlen zu den 2.500 größten Unternehmen der Welt. In Summe machen deren FuE-Aufwendungen rund 90 % der gesamten weltweiten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus (European Commission 2015).

³⁶ Siehe auch Abschnitt 1.1.

Tab. 4.3: Fixed Effects Model, 22 Länder, 1995 bis 2007

Abhängige Variable: FuE-Intensität in %	Koeffizienten	Standardfehler	t
INT	0,358	0,049	7,25
PUB/GDP	1,439	0,296	4,86
RLC	-0,006	0,001	-4,49
GDP/POP	0,022	0,004	5,68
Konstante	1,312	0,177	7,40

R-sq: within = 0,3690; between = 0,6038; overall = 0,5806

Number of observations = 270

F(4,244) = 35,67

Quelle: Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Das gleiche Modell für die zweite Untersuchungsperiode mit den nach ISIC Rev. 4 berechneten Struktur- und Verhaltenskomponenten der FuE-Intensität in der Wirtschaft mit fixen Effekten für 21 Länder³⁷ und 6 Jahre zeigt sehr ähnliche Zusammenhänge (Tab. 4.4). Auch hier stehen positive Effekte für die FuE-Intensität in Hochschulen und öffentlichen Einrichtungen (PUB/GDP) und der Wirtschaftskraft eines Landes (GDP/POP) negativen Effekten steigender Lohnstückkosten (RLC) gegenüber. Insgesamt sind die Zusammenhänge in diesem Fall statistisch weniger abgesichert als für die erste, weit aus längere Periode.

Tab. 4.4: Fixed Effects Model, 21 Länder, 2008 bis 2013

Abhängige Variable: FuE-Intensität in %	Koeffizienten	Standardfehler	t
INT	0,697	0,065	10,68
PUB/GDP	0,439	0,290	1,52
RLC	-0,006	0,003	-2,02
GDP/POP	0,021	0,011	1,93
Konstante	2,266	0,461	4,92

R-sq: within = 0,6082; between = 0,4102; overall = 0,4169

Number of observations = 126

F(4,101) = 39,20

Quelle: Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Die zusätzliche Berücksichtigung des Indikators für die Wahrscheinlichkeit internationaler FuE-Verflechtungen eines Landes führt zu keiner Verbesserung des Modells (Tab. 4.5). Der entsprechende Koeffizient (INTER) ist statistisch insignifikant. Dieser Befund ist konform mit einer aktuellen Studie von Belderbos et al. (2016), die gleichsam zu dem Ergebnis kommen, dass die Verlagerung von FuE und Innovationen ins Ausland keinen negativen Effekt auf entsprechende Aktivitäten im Heimatland hat. Vielmehr sind FuE-Aktivitäten im In- und Ausland als komplementär anzusehen: „...(foreign) investments in development, design and testing build on R&D efforts (at home), while conversely the

³⁷ Da für den Zeitraum 2008 bis 2013 für Japan keine validen Schätzungen für Struktur- und Verhaltenskomponente der FuE-Intensität zu ermitteln waren, wurde Japan an dieser Stelle ausgeschlossen.

market expansion effects of (foreign) development, design and testing facilitate R&D expansion and give more effective direction to R&D at home“ (dies. 2016, 5).

Tab. 4.5: Fixed Effects Model, 22 Länder, 2009 bis 2013

Abhängige Variable: FuE-Intensität in %	Koeffizienten	Standardfehler	t
INT	0,808	0,078	10,39
PUB/GDP	0,805	0,322	2,50
RLC	-0,005	0,004	-1,37
INTER	-0,423	0,350	-1,21
GDP/POP	0,020	0,012	1,62
Konstante	2,190	0,475	4,61

R-sq: within = 0,6721; between = 0,4061; overall = 0,4124

Number of observations = 105

F(5,79)= 32,39

Quelle: Berechnungen und Schätzungen des CWS.

5 Fazit

Internationaler und sektoraler Strukturwandel manifestiert sich in unterschiedlichen Prozessen, die Auswirkungen auf die internationale Verteilung von FuE-Aufwendungen und Wirtschaftsleistung haben und somit langfristige Vergleiche von FuE-Intensitäten betreffen. Ziel dieser Studie war es, diesen Sachverhalt mit Hilfe alternativer Indikatoren und Methoden wie strukturbereinigten FuE-Intensitäten und einer Komponentenzerlegung zu untersuchen. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf die FuE-Intensität der Wirtschaft gelegt, da diese in Deutschland wie auch im OECD-Durchschnitt rund zwei Drittel der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität determiniert.

Alle Berechnungen beruhen auf veröffentlichten Daten der OECD, von Eurostat und in wenigen Fällen auch von nationalen Statistikämtern, die für insgesamt 22 OECD-Länder und über 25 Wirtschaftszweige für 19 Jahre (1995 bis 2013) aufbereitet worden sind. Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit aller dargelegten Ergebnisse wurden Imputationsverfahren nur für einzelne fehlende Werte verwendet und im Hinblick auf den Klassifikationswechsel von ISIC Rev. 3 auf ISIC Rev. 4 auf Umschlüsselungen verzichtet.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse, dass die FuE-Intensität der Wirtschaft in hohem Maße von der Wirtschaftsstruktur eines Landes abhängt. Länderspezifika, die darüber hinausgehen, sind ebenfalls relevant, insgesamt allerdings weitaus weniger als die Wirtschaftsstruktur. Langfristig bilden die Unterschiede in der FuE-Intensität zwischen Ländern zum großen Teil deren unterschiedliche Entwicklungspfade beim intersektoralen Strukturwandel ab. Das unterschiedliche Wachstum FuE-intensiver Wirtschaftszweige spiegelt sich deshalb stärker in der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität eines Landes als Prozesse, die zwar eine Steigerung der FuE-Intensität innerhalb einer Branche bewirken, aber keine oder nur geringe Wachstumsimpulse auslösen.

Die Gegenüberstellung der tatsächlichen und strukturbereinigten FuE-Intensitäten macht deutlich, dass vor allem Südkorea, aber auch Deutschland, Japan, Finnland und Schweden eine deutlich niedrigere FuE-Intensität der Wirtschaft aufweisen würden, wenn ihre Wirtschaftsstruktur dem Durchschnitt der betrachteten 22 OECD-Länder entspräche. In all den genannten Ländern haben forschungsintensive Industrien ein vergleichsweise hohes Gewicht innerhalb der wirtschaftlichen Wertschöpfung. Alle anderen Länder, insbesondere Frankreich, Belgien und Norwegen, wären beim strukturbereinigten Indikator hingegen besser positioniert.

Die Zerlegung der Abweichung nationaler FuE-Intensitäten vom OECD-Länderdurchschnitt in eine Strukturkomponente zur Beschreibung intersektoraler Gewichtsunterschiede und eine Verhaltenskomponente zur Indizierung unterschiedlicher sektoraler FuE-Neigung zeigt, dass sich beide Komponenten in langer Frist teils gegenläufig entwickelt haben. Dies gilt z. B. im Fall von Deutschland, Frankreich, Belgien, Österreich, Ungarn, der Tschechischen Republik, aber auch der USA und Südkoreas. Teils sind aber auch beide Komponenten gemeinsam für eine relativ stärkere (Japan, Schweden) bzw. schwächere Position (Kanada, Italien, Spanien, Niederlande, Polen) einzelner Volkswirtschaften im Vergleich zum OECD22-Durchschnitt verantwortlich.

In Deutschland hat sich die FuE-Intensität der Wirtschaft im Verlauf des letzten Jahrzehnts zunächst günstiger entwickelt als der Länderdurchschnitt, ist danach relativ aber wieder etwas zurückgefallen, so dass der Indikator in den letzten Jahren der Betrachtungsperiode nur noch wenig über dem OECD22-Durchschnitt liegt. Der Struktureffekt ist klar positiv und im Zeitablauf weiter gewachsen, d.h. das Gewicht forschungsintensiver Industrien innerhalb der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung hat aus der deutschen Perspektive weiter zugenommen. Dieser Befund ist vor allem dem Automobil-

bau zuzuschreiben, weniger ausgeprägt auch Maschinenbau, Elektrischen Ausrüstungen sowie Chemie/Pharma, dort allerdings mit zuletzt nachlassender Tendenz. Im Gegensatz dazu ist die Verhaltenskomponente, die die unterschiedliche FuE-Neigung innerhalb der Wirtschaftszweige abbildet, in Deutschland unterdurchschnittlich und tendenziell weiter rückläufig. Dies gilt für alle wichtigen forschungsintensiven Branchen in Industrie und Dienstleistungen, besonders ausgeprägt aber für Chemie/Pharma, Informations- und Kommunikationsdienstleistungen sowie spätestens seit Mitte des letzten Jahrzehnts auch für den Automobilbau.

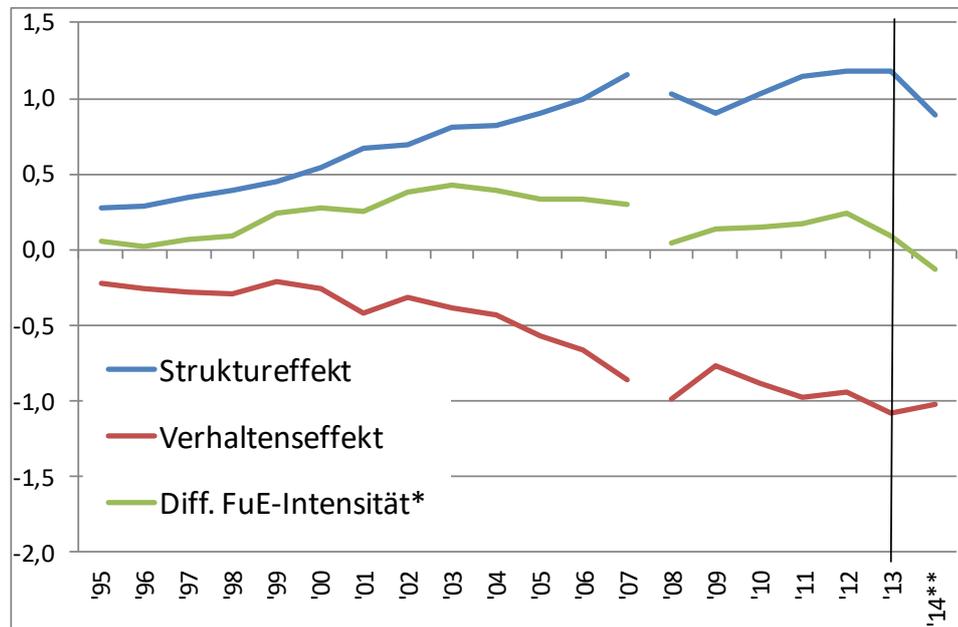
Auch die Analyse des Beitrags von Verhaltens- und Struktureffekt auf die längerfristige Entwicklung der FuE-Intensitäten einzelner Länder (im Gegensatz zur oben betrachteten relativen Abweichung vom OECD-Durchschnitt) belegt, dass der moderate Zuwachs der durchschnittlichen FuE-Intensität der Wirtschaft in Deutschland in beiden Teilperioden des Betrachtungszeitraums im Wesentlichen vom Struktureffekt geprägt war, der den ebenfalls positiven Einfluss einer gewachsenen intrasektoralen FuE-Neigung (Verhaltenseffekt) klar überkompensiert hat. Hiermit zeigt Deutschland eine im Ländervergleich einzigartige Entwicklung, die durch den hohen Einfluss einer Branche (Automobilbau) jedoch gewisse Risiken birgt - gerade vor dem Hintergrund dringender Anpassungserfordernisse (E-Mobilität), die die Kernkompetenzen der Branche betreffen.

Der folgende erste Schritt zu einer Sensitivitätsanalyse illustriert, wie stark die FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft auf einen Wertschöpfungseinbruch im Automobilbau reagieren würde, wenn alle anderen sektoralen Wertschöpfungswerte und die FuE-Intensitäten aller Wirtschaftszweige unverändert bleiben. In Abb. 5.1 ist für die Jahre 1995 bis 2013 der tatsächliche Verlauf der Abweichung der FuE-Intensität der Wirtschaft und beider Teilkomponenten vom OECD22-Durchschnitt abgebildet. Der Verlauf im Jahr 2014 zeigt das Ergebnis eines hypothetischen Einbruchs der Wertschöpfung im Automobilbau um minus 25% gegenüber dem realisierten Wert aus 2013. Infolge der schwachen Ertragsentwicklung und ungünstiger Zukunftsaussichten (VW-Krise, rückläufige Absatzerwartungen bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren) werden in diesem Szenario die FuE-Investitionen im gleichen Umfang nach unten angepasst, so dass die FuE-Intensität im deutschen Automobilbau gegenüber 2013 unverändert bleibt. Der damit verbundene Rückgang beim Struktureffekt (-0,3 Prozentpunkte) würde dazu führen, dass auch die auf die Wertschöpfung bezogene FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft insgesamt, trotz unveränderter FuE-Neigung, in gleichem Umfang von 3,1% in 2013 auf 2,8% in 2014 sinken und damit unter den OECD22-Durchschnitt (2,9%) fallen würde.

Struktur- und Verhaltenskomponenten der FuE-Intensität der einzelnen Länder spiegeln sich bei multivariater Analyse des Zusammenhangs von Wirtschaftsstruktur und FuE-Intensität in entsprechenden Wirtschaftszweig- und Ländereffekten. Dabei wird deutlich, dass bei langfristiger Betrachtung die Wirtschaftsstruktur einen weitaus größeren Teil der internationalen Unterschiede der FuE-Intensität erklären kann als die darüber hinaus bestehenden Länderspezifika.

Konsequenterweise müsste eine Wirtschafts- und Innovationspolitik, die auf die Steigerung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität abzielt, viel stärker auf solche Faktoren setzen, die das Wachstum forschungsintensiver Wirtschaftszweige in der Breite beschleunigen. Gesamtwirtschaftlich sind dies vor allem Maßnahmen zur Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und zur weiteren Entwicklung komplementärer FuE-Aktivitäten im öffentlichen Bereich. Wie sehr sich dabei die Konzentration einzelner Länder auf spezifische Wirtschaftszweige hinsichtlich dieses Indikators vom Vorzum Nachteil entwickeln kann, zeigt u.a. Finnland, aber auch das oben beschriebene beispielhafte Szenario eines Wertschöpfungseinbruchs in der deutschen Automobilindustrie. Der alleinige Blick auf die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität greift auch deshalb zu kurz.

Abb. 5.1: Fortschreibung der Komponentenzerlegung der FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft für das Jahr 2014 unter der Annahme eines Wertschöpfungseinbruchs im Automobilbau



* Diff. FuE-Intensität: Abweichung der nationalen FuE-Intensität der Wirtschaft vom Länderdurchschnitt (hier: 22 OECD-Länder). - ** modellierter Verlauf unter Annahme eines Wertschöpfungseinbruchs im Automobilbau um 25% gegenüber 2013 bei Konstanz aller anderen Parameter.

Quelle: OECD, Eurostat, nationale Statistikämter. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

6 Literaturverzeichnis

- Ambos, B. (2005): Foreign direct investment in industrial research and development: a study of German MNCs, *Research Policy*, 34(4), 395-410.
- Belderbos, R., Sleuwaegen, L., Somers, D., De Backer, K. (2016): Where to Locate Innovative Activities in Global Value Chains: Does Co-location Matter?, OECD Science, Technology and Industry Policy Paper, No. 30, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlv8zmp86jg-en>
- Belderbos, R., Leten, B., Suzuki, S. (2013): Firm-level determinants of home country bias in R&D, *Journal of international business studies*, 44(8), 765-786.
- Belitz, H., Junker, S., Schiersch, A., Podstawski, M. (2015): Wirkung von Forschung und Entwicklung auf das Wirtschaftswachstum, Gutachten im Auftrag der KfW Bankengruppe (KfW), DIW, Politikberatung kompakt Nr. 102, Berlin.
- Belitz, H. (2015): Steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung – Erfahrungen aus dem Ausland. DIW Roundup Politik im Fokus 85. DIW Berlin.
- Brécard, D., Chevallier, C., Fougeyrollas, A., Le Mouël, P., Lemiale, L., Zagame, P. (2004): A 3 % Effort in Europe in 2010: An Analysis Of The Consequences. Using The Nemesis Model. Luxembourg.
- Cantner, U., Krüger, J.J. (2008): Micro-heterogeneity and aggregate productivity development in the German manufacturing sector. Results from a decomposition exercise. In: *Journal of Evolutionary Economics* (2008) 18, 119-133.
- Cincera, M., Czarnitzki, D., Thorwarth, S. (2009): Efficiency of public spending in support of R&D activities. *European Economy Economic Papers* 376, April 2009, 111 pp European Commission publisher, Brussels (B).
- Cincera, M., Veugelers, R. (2013): Young leading innovators and the EU's R&D intensity gap. *Economics of Innovation and New Technology*, 22(2), 177-198.
- Coccia, M. (2008): Science, funding and economic growth: analysis and science policy implications. *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*, 5(1), 1-27.
- Cordes, A., Gehrke, B. (2015): Industrielle Entwicklung und funktionale Verschiebungen in Europa - Eine empirische Analyse ausgeübter Tätigkeiten, *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung* Nr. 1/2015, S. 79-101.
- Cordes, A., Gehrke, B., Wassmann, P., Römisch, R., Rammer, C., Schliessler, P. (2015): Identifying revealed comparative advantages in an EU regional context, prepared for the European Commission, Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME).
- Criscuolo, P. (2009): Inter-firm reverse technology transfer: the home country effect of R&D internationalization, *Industrial and Corporate Change*, 18, 869-899.
- Dehio, J., Engel, D., Graskamp, R., Rothgang, M. (2005): Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation, Endbericht des RWI zu einem Forschungsvorhaben im Auftrag des BMWA (20/03), Essen.
- Deloitte. Slovenia. Corporate R&D Report 2015. Deloitte Central Europe, 2015.
- Eickelpasch, A. (2015): Forschung, Entwicklung und Innovationen in Ostdeutschland: Rückstand strukturell bedingt, *DIW Wochenbericht* Nr. 42/2015, S. 907-918.
- Eickelpasch, A. (2014): Funktionaler Strukturwandel in der Industrie: Bedeutung produktionsnaher Dienste nimmt zu, *DIW Wochenbericht* Nr. 33/2014, S. 759-771.

- Erken, H. (2008): Productivity, R&D and entrepreneurship (No. EPS-2008-147-ORG). ERIM PhD Series in Research in Management, 147. Erasmus Research Institute of Management (ERIM), Rotterdam, the Netherlands.
- Erken, H., Van Es, F. (2007): Disentangling the R&D shortfall of the EU vis-à-vis the US. Jena Economic Research Papers, 2007-107.
- European Commission (2015): The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, Luxembourg.
- Falk, M. (2006): What drives business Research and Development (R&D) intensity across Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries?, Applied Economics, 38, 533-547.
- Gaillard-Ladinska, E., Non, M., Straathof, S. (2015): More R&D with tax incentives? A meta-analysis. CPB Discussion Paper, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.
- Galindo-Rueda, F., Verger, F. (2016): OECD Taxonomy of Economics Activities Based on R&D Intensity. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/04, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>
- Gehrke, B., Wassmann, P., Rammer, Ch. (2015): Innovationsindikatoren Chemie 2015, Studie im Auftrag des Verbands der Chemischen Industrie e.V., ZEW, NIW, Mannheim und Hannover.
- Griffith, R., Harrison, R., Van Reenen, J. (2006): How special is the special relationship? Using the impact of US R&D spillovers on UK firms as a text of technology sourcing, American Economic Review, 96(5), 1859-1875.
- Griffith, R., Redding, S., Van Reenen, J. (2004): Mapping the two faces of R&D: productivity growth in a panel of OECD industries. Review of Economy and Statistics, 86(4), 883-895.
- Griliches, Z. (1994): Productivity, R&D, and the data constraint. The American Economic Review, 84(1), 1-23.
- Gumbau-Albert, M., Maudos, J. (2013): The evolution of technological inequalities: country effect vs industry composition. European Journal of Innovation Management, 16(2), 190-210.
- Hall, B. H., Mairesse, J., Mohnen, P. (2010): Measuring the returns to R&D, in Hall, B.H., N. Rosenberg (Ed.), Handbook of the Economics of Innovation, Vol. 2, 1033-1082.
- Kafourous, M.I. (2008): Economic Returns to industrial research. Journal of Business Research, 61(8), 868-876.
- Lahiri, N. (2010): Geographic distribution of R&D activity: how does it affect innovation quality, Academy of Management Journal, 53(5), 1194-1200.
- Legler, H., Krawczyk, O. (2009): FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 1-2009, NIW, Hannover.
- Legler, H., Schasse, U. (2010): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft - eine strukturelle Langfristbetrachtung, NIW, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2010.
- Leitner, S., Stehrer, R., Dachs, B. (2012): The Gravity of Cross-border R&D Expenditure, Working Paper 91, wiiw Wiener Institut für internationale Wirtschaftsvergleiche, Wien.
- Leszczensky, M., Frietsch, R., Gehrke, B., Helmrich, R. (2009): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Bericht des Konsortiums „Bildungsindikatoren und technologische Leistungsfähigkeit!“, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2009. Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.

- Mathieu, A., Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2010): A note on the drivers of R&D intensity. *Research in World Economy*, 1 (1), pp 56-65.
- Moncada-Paternò-Castello, P. (2010): Introduction to a special issue: New insights on EU-US comparison of corporate R&D. *Science and Public Policy*, 37(6), 391-400.
- Moncada-Paternò-Castello, P. (2016): Corporate R&D intensity decomposition: Theoretical, empirical and policy issues. JRC technical reports. IPTS Working Papers on Corporate R&D and Innovation No 02/2016, European Commission.
- Neary, J. P. (2006): Measuring Competitiveness. IMF Working Paper 06/209.
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2006/wp06209.pdf>
- OECD (2015): OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015, OECD, Paris.
- OECD (2013): OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013, OECD, Paris.
- OECD (2011): OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011, OECD, Paris.
- OECD (2007): Intellectual Assets and International Investment: A stocktaking of the evidence, Report to the OECD Investment Committee DAF/INV/WD(2007)6. Paris: OECD.
- OPEC (2015): World Oil Outlook 2015. http://www.opec.org/opec_web/en/publications/340.htm
- Peters, B., Licht, G., Crass, D., Kladroba, A. (2009): Soziale Erträge der FuE-Tätigkeit in Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2009, ZEW, SV Wissenschaftsstatistik, Mannheim, Essen.
- Reinstaller, A., Unterlass, F. (2012): Comparing business R&D across countries over time: a decomposition exercise using data for the EU 27. *Applied Economics Letters*, 19(12), 1143-1148.
- Schasse, U., Belitz, H., Kladroba, A., Stenke, G. (2016): Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat, NIW, DIW und SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2016, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Song, J., Asakawa, L., Chu, Y. (2011): What determines knowledge sourcing from host locations of overseas R&D operations? A study of global R&D activities of Japanese multinationals. *Research Policy*, 40(3), 380-390.
- Van Reenen, J. (1997): Why has Britain had slower R&D growth? *Research Policy*, 26, 493-507.

Anhang

Tab. A.2.1: Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchführenden Sektoren im internationalen Vergleich 2004 und 2014

Land	GERD in Mio. PPP US\$	2004				Private Nonprofit*	GERD in Mio. PPP US\$	2014			
		davon durchgeführt von ... (in %)						davon durchgeführt von ... (in %)			
		Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat			Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private Nonprofit*	
GER	61.314	69,8	16,5	13,7		106.781	68,1	17,1	14,7		
FRA	37.976	63,1	18,6	17,0	1,3	58.750	64,8	20,6	13,1	1,5	
GBR	32.016	62,6	24,7	10,7	2,0	44.174	64,4	26,1	7,8	1,7	
ITA	17.478	47,8	32,8	17,8	1,5	27.744	55,7	26,9	14,5	2,9	
BEL	6.028	69,1	21,8	7,7	1,4	12.023	71,2	20,2	8,2	0,3	
NED	10.417	53,6	33,2	13,2		16.054	56,3	32,3	11,4		
DEN	4.336	68,0	24,4	6,9	0,7	7.921	64,0	33,2	2,3	0,4	
ESP	11.784	54,4	29,5	16,0	0,1	19.103	52,6	28,3	18,9	0,2	
AUT	6.004	67,7	26,7	5,1	0,4	12.168	70,8	24,3	4,4	0,4	
SWE	10.449	73,5	22,9	3,1	0,4	13.883	67,0	29,0	3,7	0,2	
FIN	5.387	70,1	19,8	9,5	0,6	7.051	67,7	22,9	8,6	0,8	
SUI ¹	7.470	73,7	22,9	1,1	2,3	13.571	69,3	28,1	0,8	1,8	
POL	2.770	28,7	32,0	39,0	0,4	9.031	46,6	29,2	24,0	0,3	
CAN	21.643	56,8	34,0	8,9	0,4	25.814	49,9	40,4	9,2	0,5	
USA ²	305.640	68,2	14,7	12,6	4,6	456.977	70,6	14,2	11,2	4,1	
JPN	117.598	75,2	13,4	9,5	1,9	166.861	77,8	12,6	8,3	1,3	
KOR	2.942	76,7	10,1	12,1	1,2	72.267	78,2	9,0	11,2	1,5	
ISR	6.662	80,2	15,8	2,9	1,0	11.377	84,5	12,5	1,9	1,1	
CHN	70.132	66,8	10,2	23,0		368.732	77,3	6,9	15,8		
RUS	16.971	69,1	5,5	25,3	0,2	39.863	59,6	9,8	30,5	0,1	
RSA ¹	3.513	56,3	21,1	20,9	1,7	4.824	44,3	30,7	22,9	2,1	
EU-28	218.674	62,6	22,6	13,7	1,0	363.048	63,2	23,2	12,6	1,0	
EU-15	208.525	63,5	22,5	12,9	1,0	336.083	64,1	23,0	11,9	1,0	
OECD	727.849	67,2	18,0	12,2	2,7	1.178.900	68,5	17,9	11,2	2,4	

*) Private Nonprofit-Organisationen: in einigen Ländern in „Staat“ enthalten (z. B. Deutschland).

1) 2012 statt 2014. – 2) 2013 statt 2014.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2015/2). – SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des NIW.

**Tab. A.4.1: FuE-Intensität in der Wirtschaft: 1995 bis 2007
(FuE-Aufwendungen/Bruttowertschöpfung in %)**

Land	Mittelwert	Standard- abweichung	Häufigkeit
Österreich	5,49	7,83	175
Belgien	5,65	8,78	325
Kanada	5,29	9,29	312
Tschechische Republik	2,10	4,06	325
Deutschland	6,03	9,61	325
Spanien	2,74	3,94	325
Finnland	4,94	7,51	286
Frankreich	8,14	11,71	325
Großbritannien	4,73	6,90	325
Ungarn	0,81	1,72	325
Irland	2,14	3,71	312
Italien	2,96	5,20	325
Japan	6,62	8,76	325
Südkorea	3,70	5,31	325
Niederlande	4,14	12,93	314
Norwegen	5,50	8,52	299
Polen	0,89	1,20	325
Portugal	1,28	2,54	299
Slowenien	2,51	4,50	315
Slowakische Republik	1,09	2,09	299
Schweden	6,79	12,75	318
USA	7,36	11,50	325

Wirtschaftszweig (ISIC Rev. 3)	Mittelwert	Standard- abweichung	Häufigkeit
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (C01-C05)	0,34	0,46	280
Bergbau & Gewinnung von Steinen & Erden (C10-C14)	0,85	1,21	280
Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung (C15-C16)	1,06	0,81	280
Textilien, Bekleidung, Leder (C17-C19)	1,19	0,99	280
Holz & Papier, Drucken und Vervielfältigung (C20-C22)	0,56	0,50	280
Kokerei und Mineralölverarbeitung (C23)	2,79	4,69	215
Chemische & pharmazeutische Erzeugnisse (C24)	10,34	6,87	267
Gummi- und Kunststoffwaren (C25)	2,73	1,83	267
Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen & Erden (C26)	1,31	1,07	280
Metallerzeugung & -bearbeitung (C27)	1,96	1,37	280
Metallerzeugnisse (C28)	0,99	0,68	280
Maschinenbau (C29)	4,85	2,77	280
Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen (C30)	13,06	13,94	233
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä. (C31)	6,54	7,07	280
Rundfunk- und Nachrichtentechnik (C32)	21,41	17,86	279
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Uhren (C33)	11,53	10,72	261
Kraftwagen und Kraftwagenteile (C34)	8,73	7,45	267
Sonstiger Fahrzeugbau (C35)	10,23	10,49	280
Möbel und sonst Waren, Recycling (C36-C37)	1,08	1,08	280
Energie- und Wasserversorgung (C40-C41)	0,45	0,51	280
Baugewerbe (C45)	0,18	0,23	280
Handel (C50-C52)	0,19	0,32	280
Verkehr und Nachrichtenübermittlung (C60-C64)	0,46	0,42	280
Kredit- und Versicherungsgewerbe (C65-C67)	0,19	0,28	280
Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen, a.n.g. (C71-C74)	2,07	1,66	280

Zur Berechnung der FuE-Intensität in der gewerblichen Wirtschaft vgl. Abschnitt 2.
Quelle: OECD, Eurostat. – Berechnungen des CWS.

**Tab. A.4.2: FuE-Intensität in der Wirtschaft: 2008 bis 2013
(FuE-Aufwendungen/Bruttowertschöpfung in %):**

Land	Mittelwert	Standard- abweichung	Häufigkeit
Österreich	4,60	5,88	168
Belgien	4,35	7,66	174
Kanada	3,52	6,54	162
Tschechische Republik	1,58	2,10	174
Deutschland	3,79	6,05	174
Spanien	1,93	2,39	174
Finnland	4,77	9,06	162
Frankreich	7,19	10,92	174
Großbritannien	4,08	6,81	168
Ungarn	1,29	2,15	168
Irland	1,96	1,91	161
Italien	2,56	4,51	174
Japan	7,03	9,62	132
Südkorea	3,61	5,76	168
Niederlande	3,37	5,47	174
Norwegen	3,95	6,51	162
Polen	0,63	0,86	174
Portugal	2,01	2,18	174
Slowenien	3,56	5,33	168
Slowakische Republik	0,72	1,20	168
Schweden	5,27	8,09	174
USA	5,95	10,15	168

Wirtschaftszweig (ISIC Rev. 4)	Mittelwert	Standard- abweichung	Häufigkeit
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A)	0,38	0,45	132
Bergbau & Gewinnung von Steinen & Erden (B)	1,29	2,18	126
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak (C10-C12)	1,26	0,82	132
Textilien, Bekleidung, Leder (C13-C15)	2,65	4,72	132
Holz & Papier, Drucken und Vervielfältigung (C16-C18)	1,27	1,15	126
Kokerei und Mineralölverarbeitung (C19)	2,91	4,53	108
Chemische & pharmazeutische Erzeugnisse (20-21)	11,67	8,44	132
Gummi- und Kunststoffwaren (C22)	2,72	1,74	126
Glas & Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen & Erden (C23)	2,17	2,48	132
Metallerzeugung & -bearbeitung (C24)	2,79	1,98	132
Metallerzeugnisse (C25)	1,80	1,17	132
DV-Geräte, elektronischen & optischen Erzeugnisse (C26)	18,15	13,01	132
Elektrische Ausrüstungen (C27)	7,72	5,64	132
Maschinenbau (C28)	5,85	3,27	132
Kraftwagen und Kraftwagenteile (C29)	10,92	10,77	132
Sonstiger Fahrzeugbau (C30)	12,81	10,92	131
Möbeln und sonstige Waren (C31-C32)	2,89	2,22	132
Reparatur & Installation v. Maschinen und Ausrüstungen (C33)	1,72	1,64	102
Energie- & Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung (D-E)	0,42	0,43	132
Baugewerbe/Bau (F)	0,19	0,27	132
Handel (G)	0,39	0,37	132
Verkehr & Lagerei (H)	0,10	0,11	132
Gastgewerbe/Beherbergung und Gastronomie (I)	0,01	0,02	108
Information & Kommunikation (J)	3,19	1,50	132
Finanz- & Versicherungsdienstleistungen (K)	0,45	0,49	132
Freiberufliche, wissenschaftl. & techn. Dienstleistungen (M)	3,26	2,36	126
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen (N)	0,13	0,13	126
Kunst, Unterhaltung & Erholung (R)	0,04	0,10	114
Sonstige Dienstleistungen (S)	0,07	0,12	126

Zur Berechnung der FuE-Intensität in der gewerblichen Wirtschaft vgl. Abschnitt 2.
Quelle: OECD, Eurostat. – Berechnungen des CWS.

Tab. A.4.3: Deskriptive Statistiken**Zu Tab. 4.3: 22 Länder, 13 Jahre (1995 bis 2007), N=270**

Variable	Mittelwert	Std. abw.	Min	Max
RDI	1,725	1,063	0,166	5,272
STR	0,005	0,721	-1,247	2,478
INT	-0,651	0,947	-3,769	2,709
RLC	97,497	16,906	53,728	152,074
PUB/GDP	0,585	0,182	0,201	0,970
GDP/POP	16,741	5,845	5,194	37,809

Zu Tab. 4.4: 21 Länder, 6 Jahre (2008 bis 2013), N=126

Variable	Mittelwert	Std. abw.	Min	Max
RDI	2,008	1,170	0,267	5,130
INT	-0,722	1,028	-2,798	1,551
RLC	100,102	5,227	89,786	119,868
PUB/GDP	0,697	0,183	0,264	1,106
GDP/POP	23,658	6,393	12,441	43,490

Zu Tab. 4.5: 21 Länder, 5 Jahre (2009 bis 2013), N=105

Variable	Mittelwert	Std. abw.	Min	Max
RDI	2,038	1,172	0,269	5,130
INT	-0,693	1,041	-2,798	1,551
RLC	99,330	4,661	89,786	113,716
PUB/GDP	0,708	0,184	0,280	1,106
INTER	0,327	0,275	0,000	1,000
GDP/POP	23,700	6,349	12,960	43,490

Quelle: OECD, Eurostat. – Berechnungen des CWS (siehe Abschnitt 4.2).

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development
BERD	Business Expenditure on Research and Development
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BRDIS	Business Research and Development and Innovation Survey
BWS	Bruttowertschöpfung
CWS	Center für Wirtschaftspolitische Studien
d. h.	das heißt
DV	Datenverarbeitung
et al.	und andere
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
GDP	Gross Domestic Product
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GOVERD	Government Expenditure on Research and Development
HERD	Higher Education Research and Development
INT	Verhaltenseffekt/-komponente (intrinsic)
INTER	Indikator für die Internationalisierung von FuE auf Landesebene
ISIC	International Standard Industrial Classification
IuK	Information und Kommunikation
i. W.	im Wesentlichen
MEI	Monthly Monetary and Financial Statistics
MNU	Multinationale Unternehmen
MMSRO	Medizin-, Mess-, Steuer-, Regeltechnik / Optik
MSTI	Main Science & Technology Indicators
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne: Systematik der Wirtschaftszweige in der EU
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
OLS	Ordinary Least Squares: Schätzmethode der kleinsten Quadrate
PNP	Private Nonprofit: Private Organisationen ohne Erwerbszweck
POP	Population
PUB	Public: Indikator für die gesamten öffentlichen FuE-Aufwendungen
RLC	Relative Unit Labour Costs
RDI	Research and Development Intensity
R&D	Research and Development
SNA	System of National Accounts
s. o.	siehe oben
STAN	Structural Analysis Database
STR	Struktureffekt/-komponente
StuDIS	Studie zum Deutschen Innovationssystem
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem, und andere
US	United States
USA	United States of America
v. a.	vor allem
VA	Value Added
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel