

Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter

NIW/ISI/ZEW-Listen 2012

Birgit Gehrke (NIW)

Rainer Frietsch, Peter Neuhäusler (Fraunhofer ISI)

Christian Rammer (ZEW)

unter Mitarbeit von Mark Leidmann (NIW)

Studien zum deutschen Innovationssystem

8-2013

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (NIW), Hannover

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

Februar 2013

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. 8-2013

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 der Institute reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Birgit Gehrke

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW)

Königstraße 53

30175 Hannover

Tel.: +49-511-1233-16-41

Fax: +49-511-1233-16-55

Email: gehrke@niw.de

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	I
	Verzeichnis der Übersichten	II
	Tabellenverzeichnis	II
0	Das Wichtigste in Kürze	1
1	Einführung	3
2	Methodisches Vorgehen und Unterschiede zur früheren Abgrenzung	5
	NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien für internationale Vergleiche 2012	5
	NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 nach WZ 2008 in tieferer Wirtschaftsgliederung zur Analyse des forschungsintensiven Sektors in Deutschland	7
	NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Güter auf Basis des Internationalen Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik (SITC Rev. 4)	11
3	Klassifizierung von Wirtschaftszweigen nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität	16
	Einleitung	16
	Methodik und Datenbasis	17
	Ergebnisse	20
4	Zitierte Quellen	27
5	Anhang	29

Verzeichnis der Übersichten

Übersicht 2.1: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 nach ISIC 4 aus globaler Sicht	6
Übersicht 2.2: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 in vierstelliger Wirtschaftsgliederung (WZ 2008)	9
Übersicht 2.3: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 in dreistelliger Wirtschaftsgliederung (WZ 2008)	10
Übersicht 2.4: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Güter 2012 in der Abgrenzung der SITC 4	13

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Anteil forschungsintensiver Industrien am Verarbeitenden Gewerbe nach Übergangsliste 2010 und neuer NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 (in %)	8
Tab. 2.2: Außenhandel mit forschungsintensiven Waren nach Liste 2006 und Liste 2012	12
Tab. 3.1: Einzelindikatoren für die Klassifizierung von Wirtschaftszweigen nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität	19
Tab. 3.2: Ergebnisse einer Faktoranalyse zu Indikatoren der Wissensgenierung auf Ebene von WZ08-Klassen: Faktorladungen einer Hauptkomponentenanalyse nach Varimax-Rotation	21
Tab. 3.3: Indikatorwerte differenziert nach Clustern	22
Tab. 3.4: Zuordnung von WZ08-Klassen zu Sektortypen der Forschungs- und Wissensintensität	25

0 Das Wichtigste in Kürze

Im Rahmen dieser Studie werden neue Listen forschungsintensiver Industrien auf Basis der aktuell gültigen Wirtschaftszweig- (NACE Rev. 2 bzw. WZ 2008) und Außenhandelsklassifikation (SITC Rev. 4) vorgelegt, die die NIW/ISI-Listen aus dem Jahr 2006 ersetzen. Sie basieren auf den im internationalen Querschnitt für die Produktion getätigten sektoralen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in den Jahren 2008 und 2009. Hierbei können lediglich hochaggregierte, zumeist zweistellige Wirtschaftszweige betrachtet werden. Die Schwelle zur Abgrenzung forschungsintensiver Industrien liegt bezogen auf die hochentwickelten Industrieländer bei 3%, die Schwelle zur Spitzentechnik bei 9%. Im Gegensatz zu früheren Listen zählen die Chemie und die Elektroindustrie in globaler Perspektive aktuell nicht zu den forschungsintensiven Branchen, weil die FuE-Intensität für die Gesamtbranche hinter dem Industriedurchschnitt zurückbleibt. Auf Basis der groben internationalen Liste wurden ergänzt um zusätzliche Informationen und Datenquellen drei- und vierstellige Listen forschungsintensiver Industrien für differenzierte Analysen des forschungsintensiven Sektors in Deutschland erarbeitet. Dabei zeigt sich, dass der Kreis der berücksichtigten Industrien nach der Neubewertung insgesamt etwas enger geworden ist. In quantitativer Hinsicht macht sich dies insbesondere im Bereich der Hochwertigen Technik bemerkbar, während die Spitzentechnik ihr relatives Strukturgewicht innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland gehalten hat. Auch erste Berechnungen zum Außenhandel zeigen, dass das Spitzentechnologiesegment nach der neuen Abgrenzung bei insgesamt geringerem Handelsvolumen an forschungsintensiven Gütern aus deutscher Sicht ein etwas größeres Gewicht einnimmt.

Die Einbeziehung Chinas als beachtlicher FuE- aber noch größerer Produktionsstandort führt gegenüber der engeren OECD-Sicht dazu, dass die Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten nicht mehr zur Spitzentechnik zählt, sondern in den Bereich der Hochwertigen Technik fällt. In diesem Sektor haben FuE und Produktion im Rahmen der internationalen Arbeitsteilung eine extreme Entkoppelung erfahren. Bezieht man die weltweiten FuE-Aufwendungen in diesem Sektor, die weiterhin zu einem großen Teil auf die entwickelten Industrieländer entfallen, auf das globale Produktionsvolumen - das wesentlich von China bestimmt wird -, so erweist sich dieser Sektor nicht mehr als besonders forschungsintensiv.

Mit Hilfe eines Multiindikatorenansatzes, der neben der FuE- und Humankapitalintensität weitere Indikatoren der Wissensgenerierung und Innovationstätigkeit einschließt, wurde untersucht, inwieweit Wirtschaftszweige aus dem Produktions- und Dienstleistungssektor ähnlich einzuordnen sind. Insgesamt erbrachte die Analyse einige interessante Einblicke, die für künftige Untersuchungen zur Klassifizierung von Industrien und Gütern nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität genutzt werden können. So wurde die Kategorie der Spitzentechnologie auch durch diese Analyse als eine selbstständige und klar abgegrenzte Gruppe wirtschaftlicher Aktivitäten bestätigt, die einem sehr spezifischen Weg der Wissensgenerierung folgt. Der Bereich der Hochwertigen Technik konnte dagegen nicht als eine ebenso eigenständige Gruppe identifiziert werden; hier scheint es keine klare Abgrenzung zu einer Reihe von weniger forschungsintensiven Branchen aus dem Bereich der technischen Verarbeitungsindustrie zu geben. Die Untersuchung zeigte weiterhin, dass in jedem Branchentyp sowohl Industrie- als auch Dienstleistungsbranchen vertreten sind, sodass die scharfe Zweiteilung nach produzierender Industrie und (wissensintensiven) Dienstleistungen nicht zwingend ist. Gleichwohl haben die meisten der Wissensgenerierungstypen einen klaren Fokus auf einen der beiden Sektoren, wobei in den Dienstleistungsbranchen der auf Humankapitalinvestitionen basierende Wissensgenerierungstyp

dominiert und die hohe Bedeutung von Humankapitalindikatoren zur Abbildung der Wissensintensität von Dienstleistungsbranchen bestätigt.

1 Einführung

Die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) hat das Niedersächsische Institut für Wirtschaftsforschung (NIW), das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) und das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) mit der Erarbeitung aktualisierter Listen wissens- und technologieintensiver Güter und Wirtschaftszweige beauftragt.

Damit sollten die bisher gültigen „NIW-ISI-Listen“ – die letzte Überprüfung fand im Jahr 2006 statt und beruhte weitgehend auf Daten aus den Jahren 2002 bis 2005¹ – forschungsintensiver Güter und Industrien sowie wissensintensiver Wirtschaftszweige sowohl an die neuere technologische Entwicklung als auch an Umstellungen der Wirtschaftszweig- und Außenhandelssystematik angepasst werden.

Für die Erstellung solcher Listen ist eine Vielzahl von möglichst aktuellen Daten in neuer Wirtschaftszweig- bzw. Gütersystematik notwendig, die es erlauben, die FuE- oder Wissensintensität von Wirtschaftszweigen resp. Gütern in internationaler Perspektive zu bewerten.

Aktuelle Informationen zur Bewertung der Wissensintensität von Wirtschaftszweigen, deren Abgrenzung im Wesentlichen dem Humankapitaleinsatz an den Beschäftigten folgt, waren relativ zeitnah nach Umstellung der Wirtschaftszweigklassifikation von WZ 2003 auf WZ 2008 (aus deutscher Perspektive) resp. von NACE 1.1 auf NACE 2 (in der europäischen Sicht) verfügbar. Demzufolge konnten neue Listen wissensintensiver Wirtschaftszweige bereits im Jahr 2010 erarbeitet und als Studie zum deutschen Innovationssystem 19-2010 veröffentlicht werden.²

Hingegen war eine zeitnahe Erstellung neuer Listen forschungsintensiver Industrien und Güter aufgrund entscheidender Datenlücken zunächst nicht möglich. Zur Bestimmung der globalen FuE-Intensität von Wirtschaftszweigen müssen zumindest für die großen Volkswirtschaften entsprechende Informationen zu sektoralen FuE-Aufwendungen und Produktionswerten in vergleichbarer Klassifikation vorliegen. Diese sind für die internationale Klassifizierung von Wirtschaftszweigen (nach ISIC 4) als forschungsintensiv sowie einer Zuordnung zur Hochwertigen Technik und zur Spitzentechnik unerlässlich und bilden gleichzeitig den Referenzmaßstab für die Erarbeitung neuer differenzierter Listen forschungsintensiver Industrien und Güter in Deutschland.

Bis Mitte 2012 waren lediglich für die EU-Länder (ohne Griechenland und Luxemburg) entsprechende Grunddaten verfügbar. Im Herbst 2012 sind seitens der OECD zumindest für einzelne Länder in der aktuell gültigen internationalen Wirtschaftszweigklassifikation ISIC 4 Daten zu den FuE-Aufwendungen³ und /oder zur sektoralen Produktion bereitgestellt worden. Auf Grundlage dieser Informationen und ergänzt um Daten aus nationalen Quellen war es mit Hilfe von Umschlüsselungen und Schätzungen möglich, auf grobem Aggregationsniveau eine neue Liste forschungsintensiver Industrien zu erarbeiten, die auf den Forschungsaktivitäten und Produktionsdaten der globalen Wirtschaft in den Jahren 2008 und 2009 basiert. Die Auswahl der entsprechenden Industrien beruht also nicht auf den deutschen FuE-Schwerpunkten und ist daher vor allem für internationale Vergleiche des forschungsintensiven Sektors geeignet.

In Abschnitt 2 werden die neu erarbeitenden Listen präsentiert und diskutiert. In Abschnitt 3 wird in Form eines Exkurses die Frage untersucht, inwieweit die bisher den Listen forschungs- und wissensin-

¹ Vgl. Legler, Frietsch (2006).

² Vgl. Gehrke, Rammer, Frietsch, Neuhäusler (2010).

³ BERD: Business Enterprise Research and Development

tensiver Wirtschaftszweige zugrunde gelegte Trennung zwischen Industrie und Dienstleistungen einerseits und zwischen Spitzentechnologie, Hochwertiger Technologie und wenig forschungsintensiven Branchen innerhalb der Industrie andererseits bei einem breiter gefassten Konzept von Wissensintensität angemessen ist. Hierfür werden auf Basis eines Multiindikatorenansatzes, der über die Indikatoren der FuE-Intensität und der Humankapitalintensität hinausgeht und weitere Indikatoren der Wissensgenerierung und Innovationstätigkeit einschließt, Wirtschaftszweige aus dem Produktions- und Dienstleistungssektor anhand ihrer Forschungs- und Wissensintensität klassifiziert. Die Untersuchung erfolgt für Klassen (4-Steller) der WZ 2008 auf Basis von unternehmensspezifischen Daten der deutschen Innovationserhebung.

2 Methodisches Vorgehen und Unterschiede zur früheren Abgrenzung

NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien für internationale Vergleiche 2012

Die Verteilung der weltwirtschaftlichen FuE-Aktivitäten hat sich spätestens seit Anfang der 2000er Jahre verändert. Die Industrieländer sehen sich auch bei FuE einer zunehmenden Konkurrenz aus aufstrebenden, bevölkerungsreichen und wachstumsstarken Schwellenländern gegenüber stehen. Insbesondere China hat dabei eine enorme Eigendynamik entwickelt und ist mit seinem FuE-Volumen allein aufgrund dessen Größe in die Weltspitze einzuordnen. Die FuE-Aufwendungen der chinesischen Wirtschaft beliefen sich im Jahr 2009 in Kaufkraftparitäten gerechnet auf rund 113 Mrd. US-Dollar. Sie machten damit rund ein Sechstel der FuE-Aufwendungen der OECD-Länder insgesamt (rund 650 Mrd. US-Dollar) aus. China lag damit an zweiter Stelle hinter den USA, auf die fast 30 % der FuE-Aufwendungen der Welt entfallen. Japan (104 Mrd. US-Dollar) und Deutschland (56 Mrd. US-Dollar) folgen auf den Rängen drei und vier.⁴ Zwar bleibt die Intensität, mit der dort FuE betrieben wird, mit 1,8 % (bezogen auf das BIP) 2010 noch deutlich hinter dem OECD-Schnitt (2,4 %) zurück, hat sich seit Mitte der 1990er Jahre aber annähernd vervierfacht.⁵ Darüber hinaus hat das Land in dieser Zeit seine eigenen industriellen Produktionskapazitäten sowie seine Warenausfuhr in erheblichem Umfang ausgeweitet und ist seit 2010 zum weltweit größten Exporteur von forschungsintensiven Waren geworden. Insbesondere im Bereich Datenverarbeitung/Elektronik haben sich die weltweiten Produktionskapazitäten aus den westlichen und asiatischen Industrieländern immer mehr nach China verschoben, sodass das Land in diesem Bereich schon seit längerem mit Abstand die höchsten Produktions- und Exportanteile erzielt.⁶

Deshalb wurde bei der Erstellung der **NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien für internationale Vergleiche 2012** der Maßstab gegenüber früheren Analysen erweitert. Neben wichtigen OECD-Ländern wurden China, Singapur und die Türkei einbezogen, wobei insbesondere bei den Daten für China, aber auch für die USA und Japan zumindest in Teilen auf nationale Quellen zurückgegriffen werden musste. Diese wurden mit Statistiken von Eurostat und OECD (STAN-Industriedaten, ANBERD- und BERD-Statistiken) kombiniert und beziehen sich auf den Datenstand der Jahre 2008 und 2009. Das Aggregationsniveau ist von wenigen Ausnahmen abgesehen der „Zweisteller“, da die Statistiken für den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ nur bei wenigen Wirtschaftszweigen den vertieften Blick in einzelne Dreisteller zulassen (Übersicht 2.1).

Im Gegensatz zu früheren Listen zählen die Chemie (ISIC 4: 20) und die Elektroindustrie (27) in globaler Perspektive aktuell nicht zu den forschungsintensiven Branchen, weil die FuE-Intensität für die Gesamtbranche deutlich hinter dem Industriedurchschnitt zurückbleibt. Diese Einordnung ergibt sich sowohl bezogen auf die OECD-Länder für sich genommen als auch im Hinblick auf das um China erweiterte Länderset. Zumindest für die Chemie hatte sich diese Entwicklung schon seit längerem angedeutet, da die FuE-Anstrengungen dort in vielen großen OECD-Ländern (so in den USA, Frankreich, Großbritannien, Korea) z.T. deutlich unterdurchschnittlich sind.⁷

⁴ Zu den absoluten FuE-Aufwendungen siehe OECD (2012): Main Science and Technology Indicators MSTI 1/2012, table 23.

⁵ Vgl. Schasse u.a. (2012).

⁶ Vgl. Cordes, Gehrke (2012).

⁷ Vgl. dazu Rammer, Gehrke (2011, 2012).

Die Einbeziehung Chinas als beachtlicher FuE- aber noch größerer Produktionsstandort führt abgesehen vom Niveaueffekt (die sektoralen Intensitäten fallen insgesamt etwas niedriger aus) lediglich zu einer wichtigen Änderung gegenüber der engeren OECD-Sicht: Die Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten (ISIC 4: 262) zählt in der erweiterten globalen Sicht nicht mehr zur Spitzentechnik, sondern fällt in den Bereich der Hochwertigen Technik. In diesem Sektor haben FuE und Produktion im Rahmen der internationalen Arbeitsteilung eine extreme Entkoppelung erfahren. Bezieht man die weltweiten FuE-Aufwendungen in diesem Sektor - die weiterhin zu einem großen Teil auf die entwickelten Industrieländer entfallen --auf das globale Produktionsvolumen - das wesentlich von China bestimmt wird -, so erweist sich dieser Sektor nicht mehr als besonders forschungsintensiv.

Übersicht 2.1: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 nach ISIC 4 aus globaler Sicht

Spitzentechnologie

- 303 Luft- und Raumfahrzeugbau
- 21 Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
- 252 Herstellung von Waffen und Munition
- 26X Herstellung von elektronischen und optischen Geräten (26 ohne 262: Datenverarbeitungsgeräte und periphere Geräte)

Hochwertige Technik

- 29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
- 262 Datenverarbeitungsgeräte und periphere Geräte
- 28 Maschinenbau

Quelle: Berechnet auf Basis verschiedener Statistiken von OECD, Eurostat, NSF sowie diverser nationaler Quellen. – Zusammenstellung von NIW/ISI/ZEW.

Der Bereich der Hochwertigen Technik umfasst Industrien und Gütergruppen, bei denen der Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Produktionswert zwischen 2,5 % bis unter 7 % liegt. Zur Spitzentechnologie zählen Industrien und Gütergruppen mit einer FuE-Intensität von 7 % und mehr. Beide zusammengenommen bilden den forschungsintensiven Sektor der Industrie und vereinigen rund drei Viertel der globalen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft auf sich.

Die mit Abstand höchsten FuE-Intensitäten ergeben sich für den Luft- und Raumfahrzeugbau, die Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen sowie von Waffen und Munition. Diese Bereiche unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage oder nicht-tarifären Handelshemmnissen. Mit ihrer Förderung werden nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit, Raumfahrt usw.) verfolgt.⁸

Bei ausschließlicher Berücksichtigung der FuE- und Produktionsstrukturen der **großen hochentwickelten OECD-Länder (ohne China)** steigt die Messlatte für die **Abgrenzung forschungsintensiver Güter** auf **3 %**. Die durchschnittliche FuE- Intensität im Verarbeitenden Gewerbe war damit im OECD-durchschnitt 2008/2009 rund einen halben Prozentpunkt höher als 2003, dem internationalen Referenzjahr, dass für die Erstellung der Listen im Jahr 2006 herangezogen wurde.⁹

⁸ Vgl. Legler, Frietsch (2006).

⁹ Vgl. Legler, Frietsch (2006).

Die **Schwelle zur Spitzentechnologie**, zu der in dieser auf die hochentwickelten Industrieländer bezogenen Sichtweise auch die Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten (ISIC 4: 262) zu zählen ist, steigt auf **über 9 %**. Die Zuordnung der anderen Wirtschaftszweige zur Hochwertigen Technik bzw. zur Spitzentechnologie bleibt von diesem Niveaueffekt unbeeinflusst.

Da Deutschland sich im technologischen Wettbewerb vor allem gegenüber anderen hochentwickelten Volkswirtschaften behaupten muss, wurden für die im Folgenden beschriebene Ableitung der NIW/ISI/ZEW-Listen forschungsintensiver Industrien 2012 in tiefer Wirtschaftsgliederung diese höheren Messlatten gewählt.

NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 nach WZ 2008 in tieferer Wirtschaftsgliederung zur Analyse des forschungsintensiven Sektors in Deutschland

Zur weiteren Differenzierung innerhalb des forschungsintensiven Industriesektors für vertiefende Analysen aus deutscher Perspektive wurde auf Datenquellen zurückgegriffen, die nicht auf internationaler Ebene verfügbar sind, und selbst in der nationalen Perspektive noch vielfältigen Geheimhaltungsproblemen unterliegen. Um diesen Restriktionen begegnen zu können, wurden Informationen aus verschiedenen Quellen kombiniert. Dabei handelt es sich vor allem um

- unveröffentlichte Auswertungen der Gesellschaft für Wirtschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft auf tief aggregierter Industriezweigebene für die Jahre 2007 und 2009 in neuer Wirtschaftszweiggliederung (WZ 2008)
- unveröffentlichte tief gegliederte (Viersteller) Informationen aus der deutschen Kostenstrukturerhebung zu FuE in den Jahren 2008 und 2009 (nach WZ 2008); zur Grobabschätzung von Entwicklungsverläufen einzelner Industrien konnten zusätzlich entsprechende Sonderauswertungen für die Vorjahre in alter Wirtschaftszweiggliederung herangezogen werden
- Informationen aus dem Mannheimer Innovationspanel, in dem bereits ab dem Jahr 2006 Daten zu den sektoralen FuE-Intensitäten in neuer Wirtschaftszweiggliederung (WZ 2008) vorliegen
- Patentrecherchen und Befragungen von Experten im Fraunhofer ISI.

Ergänzend wurden in den Industrien, in den die technologische Entwicklung im Wesentlichen am Produkt erfolgt und FuE schwerer nachweisbar ist, Informationen zur Qualifikationsstruktur der Beschäftigten. So sind bspw. Teile des Maschinenbaus wegen ihres sehr hohen Anteils von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren an der Gesamtbeschäftigung als FuE-intensiv eingestuft worden, obwohl sich dies auf Basis der FuE-Intensität nicht nachweisen ließe.

Mit all den genannten zusätzlichen Quellen wurde die auf hohem Aggregationsniveau im OECD-Vergleich berechnete Liste forschungsintensiver Industrien nach tieferen Gliederungsebenen (drei- und vierstelligen Klassifikationen) differenziert (Übersicht 2.2 und Übersicht 2.3). Durch die Gewichtung der deutschen FuE-Strukturen mit den (grobem) internationalen Referenzwerten fallen einzelne Viersteller raus, obwohl sie aus deutscher Sicht überdurchschnittlich FuE-intensiv produzieren, im internationalen Vergleich jedoch deutlich zurückbleiben. Dies betrifft insbesondere Teilgruppen der Chemie- und der Elektroindustrie. Andererseits werden andere Viersteller aufgrund der hohen FuE-Intensität der deutschen Produktion einbezogen, auch wenn sich dies im internationalen Vergleich nicht nachweisen lässt (z. B. die Herstellung von Gummiwaren, Schienenfahrzeugbau).

Bei der Gegenüberstellung der 2010 vorgelegten Übergangsliste forschungsintensiver Industrien, die i. W. auf einer bloßen Umschlüsselung der „alten Liste“ aus 2006 auf die neue Wirtschaftszweigklas-

sifikation WZ 2008 entstanden ist, mit der neu erstellten vierstelligen Liste forschungsintensiver Industrien 2012 (Tab. 2.1)¹⁰ zeigt sich, dass

- 10 Wirtschaftszweige, die in der Übergangsliste zur Hochwertigen Technik zählten, nach der Neubewertung nicht als forschungsintensiv eingestuft werden:
 - 20.16 H. v. Kunststoffen in Primärformen
 - 20.42 H. v. Körperpflegemitteln und Duftstoffen
 - 20.51 H. v. pyrotechnischen Erzeugnissen
 - 23.44 H. v. keramischen Erzeugnissen für sonstige technische Zwecke
 - 24.46 Aufbereitung von Kernbrennstoffen
 - 27.12 H. v. Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen
 - 27.31 H. v. Glasfaserkabeln
 - 27.33 H. v. elektrischem Installationsmaterial
 - 28.92 H. v. Bergwerks-, Bau- u. Baustoffmaschinen
 - 33.20 Installation von Maschinen und Ausrüstungen a. n. g.
- fünf Branchen zur Hochwertigen Technik hinzugekommen sind
 - 20.52 H. v. Klebstoffen
 - 22.19 H. v. sonstigen Gummiwaren
 - 27.51 H. v. elektrischen Haushaltsgeräten
 - 28.95 H. v. Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung
 - 32.50 H. v. medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten und Materialien
- zwei Industrien das Technologiesegment gewechselt haben.
 - 26.40 H. v. Geräten der Unterhaltungselektronik (vorher ST, jetzt HT)
 - 29.31 Herstellung elektrischer und elektronischer Ausrüstungsgegenstände für Kraftwagen (vorher HT, jetzt ST)

Insgesamt ist der Kreis der berücksichtigten Industrien nach der Neubewertung (Umstellung in der Wirtschaftszweigklassifikation, aktuelle FuE-Strukturen) etwas enger geworden. In quantitativer Hinsicht macht sich dies insbesondere im Bereich der Hochwertigen Technik bemerkbar, während die Spitzentechnik ihr relatives Strukturgewicht innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes gehalten hat (Tab. 2.1).

Tab. 2.1: Anteil forschungsintensiver Industrien am Verarbeitenden Gewerbe nach Übergangsliste 2010 und neuer NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 (in %)

	Umsatz	Auslandsumsatz	Beschäftigte
Spitzentechnik			
Übergangsliste 2010	8,2	10,3	8,2
Neue Liste 2012	8,6	10,5	8,6
Hochwertige Technik			
Übergangsliste 2010	42,0	53,9	38,9
Neue Liste 2012	35,4	49,0	35,4
FuE-intensive Industrien insgesamt			
Übergangsliste 2010	50,2	64,1	47,1
Neue Liste 2012	43,9	59,6	43,9

Quelle: Genesis-Online, Statistik für das Verarbeitende Gewerbe. - Berechnungen des NIW.

¹⁰ Zur Übergangsliste 2010 vgl. Gehrke, Rammer, Frietsch, Neuhäusler (2010).

Übersicht 2.2: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 in vierstelliger
Wirtschaftsgliederung (WZ 2008)

Spitzentechnologie

- 20.20 H. v. Schädlingsbekämpfungsmitteln, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln
- 21.10 H. v. pharmazeutischen Grundstoffen
- 21.20 H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen pharmazeutischen Erzeugnissen
- 25.40 H. v. Waffen und Munition
- 26.11 H. v. elektronischen Bauelementen
- 26.20 H. v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten
- 26.30 H. v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik
- 26.51 H. v. Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumenten und Vorrichtungen
- 26.60 H. v. Bestrahlungs- und Elektrotherapiegeräten und elektromedizinischen Geräten
- 26.70 H. v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten
- 29.31 Herstellung elektrischer und elektronischer Ausrüstungsgegenstände für Kraftwagen
- 30.30 Luft- und Raumfahrzeugbau
- 30.40 H. v. militärischen Kampffahrzeugen

Hochwertige Technik

- 20.13 H. v. sonstigen anorganischen Grundstoffen und Chemikalien
- 20.14 H. v. sonstigen organischen Grundstoffen und Chemikalien
- 20.52 H. v. Klebstoffen
- 20.53 H. v. ätherischen Ölen
- 20.59 H. v. sonstigen chemischen Erzeugnissen a. n. g.
- 22.11 Herstellung und Runderneuerung von Bereifungen
- 22.19 H. v. sonstigen Gummiwaren
- 23.19 Herstellung, Veredlung und Bearbeitung von sonstigem Glas einschließlich technischen Glaswaren
- 26.12 H. v. bestückten Leiterplatten
- 26.40 H. v. Geräten der Unterhaltungselektronik
- 27.11 H. v. Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
- 27.20 H. v. Batterien und Akkumulatoren
- 27.40 H. v. elektrischen Lampen und Leuchten
- 27.51 H. v. elektrischen Haushaltsgeräten
- 27.90 H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten a. n. g.
- 28.11 H. v. Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)
- 28.12 H. v. hydraulischen und pneumatischen Komponenten und Systemen
- 28.13 H. v. Pumpen und Kompressoren a. n. g.
- 28.15 H. v. Lagern, Getrieben, Zahnrädern und Antriebselementen
- 28.23 H. v. Büromaschinen (ohne Datenverarbeitungsgeräte und periphere Geräte)
- 28.24 H. v. handgeführten Werkzeugen mit Motorantrieb
- 28.29 H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen a. n. g.
- 28.30 H. v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
- 28.41 H. v. Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung
- 28.49 H. v. sonstigen Werkzeugmaschinen
- 28.93 H. v. Maschinen für die Nahrungs- und Genussmittelerzeugung und die Tabakverarbeitung
- 28.94 H. v. Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung
- 28.95 H. v. Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung
- 28.99 H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g.
- 29.10 H. v. Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
- 29.32 H. v. sonstigen Teilen und sonstigem Zubehör für Kraftwagen
- 30.20 Schienenfahrzeugbau
- 32.50 H. v. medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten und Materialien

Quelle: Zusammenstellung von NIW/ISI/ZEW nach eigenen Berechnungen.

Übersicht 2.3: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 in dreistelliger Wirtschaftsgliederung (WZ 2008)

Spitzentechnologie

- 20.2 H. v. Schädlingsbekämpfungsmitteln, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln
- 21.1 H. v. pharmazeutischen Grundstoffen
- 21.2 H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen pharmazeutischen Erzeugnissen
- 25.4 H. v. Waffen und Munition
- 26.1 H. v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten
- 26.2 H. v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten
- 26.3 H. v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik
- 26.5 H. v. Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumenten und Vorrichtungen; H. v. Uhren
- 26.6 H. v. Bestrahlungs- und Elektrotherapiegeräten und Elektromedizinischen Geräten
- 26.7 H. v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten
- 30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau
- 30.4 H. v. militärischen Kampffahrzeugen

Hochwertige Technik

- 20.1 H. von chemischen Grundstoffen, Düngemitteln und Stickstoffverbindungen, Kunststoffen u. synthetischem Kautschuk in Primärformen
- 20.5 H. v. sonstigen chemischen Erzeugnissen
- 22.1 Herstellung von Gummiwaren
- 26.4 H. v. Geräten der Unterhaltungselektronik
- 27.1 H.v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, Elektrizitätsverteilungs- und -schalteneinrichtungen
- 27.2 H. v. Batterien und Akkumulatoren
- 27.4 H.v. elektrischen Lampen und Leuchten
- 27.5 H. v. Haushaltsgeräten
- 27.9 H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten a. n. g.
- 28.1 H. v. Herstellung von nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen
- 28.3 H. v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
- 28.4 H. v. Werkzeugmaschinen
- 28.9 H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
- 29.1 H. v. Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
- 29.3 H. v. Teilen und Zubehör für Kraftwagen
- 30.2 Schienenfahrzeugbau
- 32.5 H. v. medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten und Materialien

Quelle: Zusammenstellung von NIW/ISI/ZEW nach eigenen Berechnungen.

Hingegen fällt der Anteil der Hochwertigen Technik bezogen auf den in fachlichen Betriebsteilen in vierstelliger Wirtschaftsgliederung erzielten Umsatz nach der neuen Liste rund 6,5 % niedriger aus als nach der auf der 2006er Abgrenzung beruhenden Übergangsliste; für die Beschäftigung ergibt sich eine Differenz von 3,5 %. Bezogen auf den Auslandsumsatz ist der Unterschied mit 5 % geringer als beim Umsatz insgesamt. Hieran wird deutlich, dass die nicht mehr als forschungsintensiv eingestuften Branchen im Schnitt eher weniger exportorientiert waren.

NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Güter auf Basis des Internationalen Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik (SITC Rev. 4)

Zusätzlich zu den oben vorgelegten Industriezweiglisten wurde eine neue Liste forschungsintensiver Güter erarbeitet, um damit auf tieferer Ebene Außenhandelsanalysen zuzulassen als dies auf Basis von Industriezweigen möglich ist. Dabei wurde zunächst die große Vielzahl von potenziell forschungsintensiven Gütergruppen, die sich aus der direkten Ableitung aus den als forschungsintensiv identifizierten Industrien ergibt, über die entsprechenden Warengruppen des Harmonisierten Systems (HS) in die fünfstellige Gütergruppensystematik nach den Gruppierungsmerkmalen des Internationalen Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik (SITC Rev.4) umgeschlüsselt. Das SITC unterscheidet sich vom Harmonisierten System lediglich durch die höhere Aggregation der Warengruppen, bietet aber gleichzeitig eine besser an statistischen Erfordernissen orientierte Struktur. Jede der kleinsten Gliederungseinheiten ist durch mindestens eine Unterposition des HS 2007 definiert. Dieser direkte Zusammenhang ist im Hinblick auf die SITC Rev. 3 in vielen Fällen nicht mehr gegeben. Insofern war der Übergang zu einer neu definierten Liste nach SITC Rev. 4 auch aus statistisch-methodischen Gründen dringend geboten.¹¹

Anschließend wurde die Patentierungsaktivität der bis zu diesem Punkt noch nicht explizit zugewiesenen Gütergruppen, d.h. derjenigen bei denen eine eindeutige Zuordnung zur Hoch- bzw. Spitzentechnologie auf Basis der bisherigen Indikatoren nicht möglich war, mit Hilfe einer Konkordanz zur Internationalen Patentklassifikation (IPC) über die Zeit analysiert. Dabei wurden Gütergruppen, die innerhalb der Zeitspanne (1995-2010) bzw. am aktuellen Rand eine überdurchschnittlich hohe Patentierungsdynamik zeigen oder einen überdurchschnittlich hohen Patentanteil an den gesamten Patenten aufweisen, als forschungsintensiv eingestuft. Gütergruppen mit einer durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Patentierungsdynamik sowie einem geringen Anteil am gesamten Patentaufkommen wurden als nicht forschungsintensiv klassifiziert. Mit Hilfe zusätzlicher ISI-Expertenbefragungen, Angaben zum Wissenschaftlereinsatz auf 5-stelliger Wirtschaftszweigebene sowie anderen Quellen und Informationen wurde die daraus entwickelte Güterliste in einem finalen Schritt bewertet und ggf. weiter reduziert. Ergänzt wurde die Liste um einzelne weitere Gütergruppen, die zwar nicht aufgrund ihrer Wirtschaftszweizugehörigkeit, aber auf Basis anderer Quellen als forschungsintensiv einzustufen sind.

In Übersicht 2.4 sind die auf diese Weise identifizierten Gütergruppen der SITC 4 systematisch unter einzelnen Obergruppen zusammengefasst. Der überwiegende Teil der schon 2006 als forschungsintensiv eingestuften Gütergruppen findet sich auch in der aktuellen Liste wieder. Teilweise sind aber auch Umgruppierungen zwischen den Technologiesegmenten erfolgt: so sind Teile aus der Spitzentechnik nun der Hochwertige Technik zuzuordnen (z.B. bestimmte Arzneimittel, Kraftwerkstechnik, einzelne Komponenten aus dem Bereich Datenverarbeitung). Auf der anderen Seite zählen Elektrische Ausrüstungen für Verbrennungsmotoren und Fahrzeuge, die vormals zur Hochwertigen Technik gehörten, nunmehr zur Spitzentechnologie. Weiterhin sind Gütergruppen hinzugekommen (z.B. elektrische Haushaltsgeräte, Pumpen und Kompressoren), während andere nicht mehr als forschungsintensiv einzustufen sind (z.B. Polymere, Pyrotechnik).

Das Ausfuhr- und Einfuhrvolumen Deutschlands wie auch der OECD insgesamt (hier: OECD-30 ohne Estland, Israel, Chile und Slowenien) an forschungsintensiven Gütern fällt nach der neuen

¹¹ Statistisches Bundesamt (o.A.) und Hoepfner (2005).

NIW/ISI/ZEW-Liste 2012 jeweils rund 5 Prozentpunkte niedriger als auf Basis der Liste 2006 (vgl. Tab. 2.2). Analog zu den Verschiebungen auf Industriezweigebene hat der Spitzentechnologiebereich aus deutscher Sicht auf beiden Seiten der Handelsbilanz strukturell leicht hinzugewonnen. Auf Seiten der Ausfuhren gilt dies auch für die OECD insgesamt, auf der Einfuhrseite ergeben sich relativ gesehen leichte Vorteile für den Bereich der Hochwertigen Technik.

Tab. 2.2: Außenhandel mit forschungsintensiven Waren nach Liste 2006 und Liste 2012

Deutschland	Liste 2006	Liste 2012	2012' in % von '2006'	Liste 2006	Liste 2012	2012' in % von '2006'
	Ausfuhr in Mrd. US \$			Einfuhr in Mrd. US \$		
Spitzentechnik	157,8	152,2	96	156,7	151,6	97
Hochwertige Technik	607,9	576,3	95	334,9	313,2	94
FuE-intensive insgesamt	765,7	728,6	95	491,7	464,8	95
OECD-30*	Liste 2006	Liste 2012	2012' in % von '2006'	Liste 2006	Liste 2012	2012' in % von '2006'
Ausfuhr in Mrd. US \$				Einfuhr in Mrd. US \$		
Spitzentechnik	1.138,2	1.081,5	95	1.303	1.237,9	95
Hochwertige Technik	3.301,5	3.082,1	93	2.826	2.707	96
FuE-intensive insgesamt	4.439,6	4163,5	94	4.129	3.945	96

* OECD ohne Estland, Chile, Israel und Slowenien.

Quelle: OECD, ITCS – International Trade By Commodities Statistics. – UN, Comtrade Datenbank. Berechnungen des NIW.

Übersicht 2.4: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Güter 2012 in der Abgrenzung der SITC 4

Spitzentechnologie

Radioaktive Stoffe, Kernreaktoren

525
718.7

Schädlingsbekämpfung, Pflanzenzucht, Saatzucht

591

Biotechnologie, Pharmawirkstoffe, Arzneimittel

515.76
516.91
541.3
541.5
541.6

Kriegsschiffe, Waffen, Munition

793.29
891 *ohne* 891.13

Luft- und Raumfahrzeuge

713.1
714.4
714.81
714.91
792

Datenverarbeitungsgeräte, -einrichtungen

752.2
752.3
752.7
752.9

Elektronik

776.3
776.4
776.8

Nachrichtentechnik

764 *ohne* 764.2

Elek. Ausrüstungen für Verbrennungsmotoren u. Fahrzeuge

778.3

Elektromedizintechnik

774
899.61
899.67

Spitzeninstrumente

871
874.1
874.4
874.7

Optik

884.19
884.3

Hochwertige Technik

Anorganische Grundstoffe

281.4
 522.1
 522.2 *ohne* 522.21
 522.3 *ohne* 522.33
 522.4
 522.62
 522.63
 522.64
 522.65
 522.66
 522.68
 524 *ohne* 524.96
 667.41

Organische Grundstoffe

335.2 *ohne* 335.21
 431.1
 511
 512 *ohne* 512.17
 513 *ohne* 513.91
 514
 515.4
 515.6 *ohne* 515.69
 515.7 *ohne* 515.76
 ohne 515.79
 516.92

Ätherische Öle

551

Fotochemikalien

882.2
 882.3
 882.4

Übrige Spezialchemie

598.5
 598.63
 598.64
 598.67
 598.8
 598.9 *ohne* 598.98
 598.99

Arzneimittel

541.9
 542

Gummiwaren

621.45
 625 *ohne* 625.93
 629

Büromaschinen

751.2 *ohne* 751.24
 751.9

Motoren, Kraftmaschinen, Antriebstechnik

712
 713.3
 713.8
 714.89
 714.99
 718 *ohne* 718.7
 746
 747.1
 747.2
 748.4
 748.6

Pumpen und Kompressoren

742
 743.1 *ohne* 743.13

Heiz-, Filter-, Luft- und Reinigungstechnik

741.71
 741.72
 741.73
 741.84
 741.85
 741.86
 741.87
 741.89
 743.6 *ohne* 743.69
 743.95
 745.2

Landwirtschaftliche Maschinen, Zugmaschinen

721
 722 *ohne* 722.3

Werkzeugmaschinen

695.63
 731
 733
 735
 737.43

Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige

723.35
 723.37
 723.43
 723.44
 723.47
 723.93
 723.99
 724
 725
 726 *ohne* 726.35
 727
 728.2
 728.4 *ohne* 728.42
 ohne 728.44
 728.5 *ohne* 728.52

Fortsetzung Hochwertige Technik

Ein-/Ausgabehilfen von DV-Maschinen

752.6
759.97

GuE Stromerzeugung und -verteilung

716
772.6
773.13
773.18
773.22
773.24
773.29

Elektrische Maschinen, Apparate und Einrichtungen

771

Elektrische Haushaltsgeräte

775.1
775.2
775.5
775.7
775.82
775.86
775.87
775.88
775.89

Beleuchtung, elektrische Ausrüstungen etc.

778 *ohne* 778.3
813 *ohne* 813.92

Rundfunk und Fernsehtechnik

761
763
764.2
776.1
776.2

Medizintechnik

665.91
741.83
872 *ohne* 872.35
899.6 *ohne* 899.61
ohne 899.67

Hochwertige Instrumente

745.31
745.32
745.39
873
874.2
874.3
874.5 *ohne* 874.52
874.6
874.9

Technisches Glas, Bauglas

664.93
664.94
664.96

Optische und fotografische Geräte

665.95
665.99
881 *ohne* 881.35
ohne 881.36
884.17

Kraftwagen, -motoren und -teile

781
782 *ohne* 782.11
783
784

Schienenfahrzeuge

791

Quelle: Zusammenstellung von NIW/ISI/ZEW nach eigenen Berechnungen.

3 Klassifizierung von Wirtschaftszweigen nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität

– ein integrierter Ansatz für Produktions- und Dienstleistungssektoren

Einleitung

Ziel dieses Abschnittes ist es, auf Basis eines Multiindikatorenansatzes Wirtschaftszweige aus dem Produktions- und Dienstleistungssektor anhand ihrer Forschungs- und Wissensintensität zu klassifizieren. Durch die Verwendung eines einheitlichen Indikatorensets für Produktions- und Dienstleistungsbranchen können Gemeinsamkeiten in der Forschungs- und Wissensintensität zwischen einzelnen Wirtschaftszweigen aus beiden Hauptsektoren identifiziert werden. Darauf aufbauend kann eine Klassifikation erstellt werden, die die Trennung zwischen Produktions- und Dienstleistungssektor überwindet. So ist u.a. möglich zu untersuchen, ob und welche Wirtschaftszweige des Dienstleistungssektors eine Forschungs- und Wissensintensität aufweisen, die derjenigen der forschungsintensivsten Branchen des Produktionssektors vergleichbar ist. Hierfür ist es allerdings notwendig, ein Messkonzept von „Forschungs- und Wissensintensität“ anzuwenden, das in der Lage ist, für alle Wirtschaftszweige in nicht diskriminierender Weise das Ausmaß der Generierung neuen Wissens zu erfassen, welches zu (originären) Innovationen und technischem Fortschritt (in einem umfassenden Sinn, der Produktivitäts- und Qualitätsverbesserungen in allen Wirtschaftsaktivitäten gleichermaßen abbildet) führen kann.

Konzeptionelle Basis der Untersuchung ist die These, dass in jedem wirtschaftlichen Aktivitätsbereich, das zu Innovationsvorsprüngen (im Sinne Schumpeters 1912) führen kann, die Generierung neuen Wissens möglich ist, dass aber die konkreten Prozesse zur Generierung dieses Wissens sich je nach wirtschaftlichem Aktivitätsbereich deutlich unterscheiden können. Diese Unterschiede resultieren u.a. aus Unterschieden in der Bedeutung materieller und immaterieller Produktionsfaktoren für die Leistungserstellung, unterschiedlichen Eigenschaften der produzierten (materiellen oder immateriellen) Güter und unterschiedlichen Wissensbasen, auf denen die jeweilige wirtschaftliche Aktivität beruht.

Um angesichts dieser Unterschiede das Ausmaß (und den Neuheitsanspruch) der Wissensgenerierungsaktivitäten in den einzelnen Wirtschaftszweigen zu messen, erscheinen weder das Messkonzept der FuE-Intensität (FuE-Ausgaben in Relation zum Umfang der wirtschaftlichen Aktivitäten in einem Sektor) noch das Messkonzept des Hochqualifiziertenanteils (Beschäftigte mit Hochschulabschluss in Relation zu allen Beschäftigten in einem Sektor) hinreichend. Die FuE-Intensität erfasst im Wesentlichen Aktivitäten zur Generierung neuen technischen Wissens, das sich in neuen technischen Artefakten niederschlägt und nur unzureichend in der Lage ist, Wissensgenerierung abzubilden, die sich auf die Verbesserung von immateriellen Prozessen und Gütern bezieht, wie sie für Dienstleistungsaktivitäten typisch ist. Der Hochqualifiziertenanteil wiederum ist als Maß der Wissensintensität für wirtschaftliche Aktivitäten wenig geeignet, die einen geringen Wissenschaftsbezug aufweisen.

Um angesichts der Heterogenität von Wissensproduktionsprozessen geeignete Maßzahlen für das gesamte Spektrum wirtschaftlicher Aktivitäten zu erschließen, wird auf zwei Ansätze aus der Innovationsforschung zurückgegriffen. Zum einen wird das umfassendere Konzept der Innovationstätigkeit von Unternehmen, wie es im Oslo-Manual von OECD und Eurostat (2005) niedergelegt ist, verwendet. Innovationsaktivitäten umfassen dabei nicht nur Aktivitäten zur Entwicklung und Einführung

neuer Technologien, sondern auch von nicht technischen Neuerungen etwa im Bereich von Organisation oder der Vermarktung von Güterangeboten. Ausgaben für Innovationen sind dementsprechend deutlich weiter gefasst als FuE-Ausgaben und umfassen u.a. innovationsbezogene Ausgaben für Weiterbildung, Marketing oder Design. Zum anderen wird auf das Konzept „*intangible investment*“ (immaterielle Investitionen), das einen breiteren Zugang zu den Investitionen von Unternehmen abseits von Sachanlageinvestitionen wählt. Es erfasst verschiedene Kategorien von Ausgaben, die auf die Bildung von immateriellen Kapitalgütern abzielen, die zu Produktivitätsfortschritten beitragen können. Hierzu zählen neben Investitionen in technisches Wissen (FuE) auch Investitionen in nicht technisches Wissen, in computerbasierte Informationen wie Software oder Datenbanken sowie in unternehmensspezifische Wettbewerbsvorteile wie Markenwerte, Reputation, Humankapital und Organisationskapital.¹²

Akzeptiert man die These, dass Unternehmen in unterschiedlichen wirtschaftlichen Aktivitätsbereichen in qualitativ unterschiedlicher Form in neues Wissen investieren, so ist eine eindimensionale Einordnung von Wirtschaftszweigen nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität nicht hinreichend. Vielmehr ist es notwendig, unterschiedliche *Typen* von Wissensgenerierung zu unterscheiden, von denen verschiedene Wege zur Generierung neuen Wissens in unterschiedlicher Intensität genutzt werden. Um solche sektoralen Typen der Forschungs- und Wissensintensität zu identifizieren, wird ein dreistufiger Ansatz gewählt, der sich an den in der Literatur gängigen Ansätzen¹³ orientiert:

- In einem ersten Schritt wird ein Set an Indikatoren festgelegt, das unterschiedliche Dimensionen der Generierung neues Wissens und der Umsetzung dieses Wissens in Innovationen abbilden soll.
- In einem zweiten Schritt werden diese Indikatoren mit Hilfe einer Faktorenanalyse zu Indizes verdichtet, die jeweils eine bestimmte Dimension von Wissensgenerierungsaktivitäten repräsentieren.
- In einem dritten Schritt werden Wirtschaftszweige mit ähnlichen Wissensgenerierungsaktivitäten mit Hilfe einer Clusteranalyse zu Sektorgruppen zusammengefasst.

Die Datengrundlage für die vorliegende Untersuchung bilden unternehmensspezifische Informationen zu Aktivitäten der Wissensgenerierung im Zeitraum 2005 bis 2011, die aus dem Mannheimer Innovationspanel des ZEW entnommen werden. Diese unternehmensspezifischen Informationen werden auf Ebene der Klassen (4-Steller) der Wirtschaftszweigsystematik 2008 zu sektorspezifischen Informationen aggregiert. Insgesamt können 430 verschiedene Wirtschaftszweige aus dem Produktions- und Dienstleistungssektor hinsichtlich ihrer Forschungs- und Wissensintensität klassifiziert werden.

Die hier vorgelegte Untersuchung versteht sich als ein erster, explorativer Schritt hin zu einer umfassenderen Klassifikation von Wirtschaftszweigen nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um die Robustheit der hier vorgestellten Ergebnisse zu prüfen und sie in einen internationalen Kontext einzuordnen.

Methodik und Datenbasis

Aufbauend auf der für die Messung von Innovationsaktivitäten in Unternehmen entwickelten Indikatoren¹⁴ sowie den zur Messung von *intangible investment* verwendeten Ansätzen¹⁵ werden zwei Gruppen

¹² Vgl. Corrado et al. 2005 und 2006.

¹³ Vgl. Pavitt 1984, Marsili 2001, Catellacci 2008, Peneder 2010.

¹⁴ OECD und Eurostat 2005, Kleinknecht et al. 2002.

¹⁵ Corrado et al. 2005 und 2006.

von Wissensgenerierungsaktivitäten unterschieden. Wissensgenerierung wird dabei nicht nur auf FuE-Aktivitäten beschränkt, sondern umfasst alle kreativen Aktivitäten und Investitionen der Unternehmen, die zum Aufbau wissensbasierter Wettbewerbsvorteile dienen:

- Investitionen in Aktivitäten, die zur Schaffung immaterieller, wissensbasierter Wirtschaftsgüter beitragen:
 - FuE (Generierung technischen Wissens)
 - kreative Tätigkeiten zur Generierung nicht technischen Wissens für Innovationen
 - Weiterentwicklung des Humankapitals (Weiterbildung)
 - Markenwerte und Unternehmensreputation
- Einführung von Innovationen differenziert nach dem Neuheitsgrad
 - Produktinnovationen, differenziert nach Marktneuheiten und Sortimentsneuheiten
 - Prozessinnovationen, differenziert nach kostensenkenden und qualitätsverbessernden Prozessinnovationen
 - Marketinginnovationen
 - Organisationsinnovationen

Es werden zwei Arten von Indikatoren verwendet, um auf Basis von unternehmensspezifischen Angaben zu diesen Aktivitäten sektorspezifische Werte zu ermitteln:

- Beteiligung der Unternehmen an Wissensgenerierungsaktivitäten (Anteil der Unternehmen mit bestimmten Aktivitäten an allen Unternehmen) - diese Indikatoren messen insbesondere die Neigung in der Gruppe der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), in bestimmte Wissensgenerierungsaktivitäten zu investieren.
- Intensität von Wissensgenerierungsaktivitäten (Ressourcen, die für Wissensgenerierung eingesetzt werden, in Relation zu den verfügbaren Ressourcen insgesamt) - diese Indikatoren messen die Bedeutung, die einer bestimmten Wissensgenerierungsaktivität innerhalb der wirtschaftlichen Aktivitäten in einer Branche zukommt.

Die für die Analyse genutzten Einzelindikatoren sind in Tab. 3.1 dargestellt. Jeder Indikator IN wird für jeden Wirtschaftszweig j (WZ08-Klasse) als die über alle Unternehmen i des Wirtschaftszweigs j und alle Beobachtungsjahre t aufsummierten Wissensaktivitäten (WA) geteilt durch die entsprechend aufsummierten Gesamtaktivitäten (GA) der Unternehmen i im Wirtschaftszweig j in den Beobachtungsjahren t gebildet:

$$IN_i = (\sum_{it} WA_{it,j}) / (\sum_{it} GA_{it,j})$$

Durch die Verwendung von Summenwerten für die Indikatorenbildung kommt den Aktivitäten der größeren Unternehmen für den sektorspezifischen Indikatorwert - soweit es sich um Intensitäten handelt - ein höheres Gewicht zu als den Aktivitäten von kleinen Unternehmen.¹⁶ Indikatorwerte zur Beteiligung von Unternehmen an Wissensgenerierungsaktivitäten sind grundsätzlich vom Verhalten der KMU bestimmt, da bei diesen Indikatoren Unternehmen unabhängig von ihrer Größe jeweils als eine

¹⁶ Auf eine Gewichtung der Unternehmensaktivitäten entsprechend der Bedeutung eines Unternehmens i für die Gesamtaktivitäten im Wirtschaftszweig j im Jahr t wird verzichtet, da hierfür umfangreiche Sonderauswertungen aus dem Unternehmensregister zum Umfang der Unternehmensaktivitäten in den einzelnen WZ-Klassen für die Gruppe der Unternehmen differenziert nach Größenklassen notwendig wären und Werte wegen Geheimhaltungsbestimmungen in der überwiegenden Zahl der Fälle nicht ausgewiesen werden können.

Beobachtung eingehen. Insgesamt werden 20 Einzelindikatoren verwendet. 10 Indikatoren beziehen sich auf die Beteiligung von Unternehmen an Wissensgenerierungsaktivitäten und 10 Indikatoren erfassen die Intensität des Ressourceneinsatzes.

Tab. 3.1: Einzelindikatoren für die Klassifizierung von Wirtschaftszweigen nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität

Indikator	Bezeichnung	BJ	MW	StA.
INPDQU	Anteil Produktinnovatoren an allen Unternehmen (%)	06-11	42,2	23,0
INPZQU	Anteil Prozessinnovatoren an allen Unternehmen (%)	06-11	37,0	18,3
INMAQU	Anteil Marketinginnovatoren an allen Unternehmen (%)	06/08/10	52,1	23,3
INORQU	Anteil Organisationsinnovatoren an allen Unternehmen (%)	06/08/10	51,4	23,2
FUEKQU	Anteil kontinuierlich FuE betreibende Unternehmen an allen Unternehmen (%)	06-11	27,0	23,5
FUEGQU	Anteil gelegentlich FuE betreibende Unternehmen an allen Unternehmen (%)	06-11	13,4	8,2
MNEUQU	Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten an allen Unternehmen (%)	06-11	15,8	15,8
SNEUQU	Anteil Unternehmen mit Sortimentsneuheiten an allen Unternehmen (%)	06-11	19,2	17,3
KOREQU	Anteil Unternehmen mit kostensenkenden Prozessinn. an allen Unternehmen (%)	06-11	17,0	16,1
QUALQU	Anteil Unternehmen mit qualitätsverbessernden Prozessinn. an allen Unternehmen (%)	06-11	18,0	14,8
FUEAIN	Anteil FuE-Ausgaben am Umsatz (%)	05-11	1,40	3,45
FUEBIN	Anteil FuE-Beschäftigte an allen Beschäftigten (%)	05-11	5,8	12,8
IASOIN	Anteil sonstiger Innovationsausgaben ¹⁾ am Umsatz (%)	06-11	0,61	0,91
AKADIN	Anteil Akademiker an allen Beschäftigten (%)	05-11	16,9	14,1
WEIBIN	Weiterbildungsaufwendungen pro Jahr je Beschäftigten (€)	05-10	450	414
MARKIN	Anteil Marketingaufwendungen am Umsatz (%)	05-10	1,46	1,91
MNEUIN	Umsatzanteil von Marktneuheiten (%)	06-11	2,21	3,75
SNEUIN	Umsatzanteil von Sortimentsneuheiten (%)	06-11	2,06	3,46
KOREIN	Kostensenkungsanteil durch Prozessinnovationen (%)	06-11	1,62	2,02
QUALIN	Prozentueller Umsatzanstieg durch Qualitätsverbesserungen (%)	06-11	0,89	1,38

BJ: Beobachtungsjahre, MW: Mittelwert, StA: Standardabweichung. Basis: 430 Klassen der WZ 2008.

1) Gesamte Innovationsausgaben abzüglich FuE-Ausgaben und Ausgaben für den Erwerb von Anlageinvestitionen.

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Die Datenquelle zur Berechnung der Indikatoren ist das Mannheimer Innovationspanel (MIP) des ZEW.¹⁷ Es werden die Erhebungswellen 2007 bis 2012 genutzt, da erst ab der Erhebungswelle 2007 eine Zuordnung der Unternehmen zu Wirtschaftszweigen nach WZ 2008 vorliegt. In jeder Erhebungswelle werden Informationen für das jeweils zurückliegende Beobachtungsjahr (d.h. in 2007 für 2006) erfasst, wobei sich die Angaben zur Beteiligung von Unternehmen an Innovationsaktivitäten auf den zurückliegenden Dreijahreszeitraum beziehen (d.h. in 2007 auf 2004-2006). Für einzelne Variablen werden in ungeraden Erhebungsjahren nicht nur die Werte für das zurückliegende Jahr t, sondern auch für das Vorjahr t-1 erfasst. Dies betrifft durchweg die Indikatoren AKADIN, WEIBIN und MARKIN, in der Erhebungswelle 2007 auch FUEAIN und FUEBIN. In geraden Erhebungsjahren werden dagegen keine Informationen zu WEIBIN und MARKIN erfasst. Ebenfalls nicht erhoben werden in geraden Erhebungsjahren die Angaben zu Marketing- und Organisationsinnovationen, sodass die Indikatoren INMAQU und INORQU nur für drei Beobachtungsjahre (2006, 2008, 2010) vorliegen.

¹⁷ Vgl. Peters und Rammer 2013, Rammer et al. 2005.

Im MIP wurden in den Erhebungswellen 2007-2012 folgende Wirtschaftsbereiche (WZ08) im Rahmen einer nach Größenklassen, WZ-Abteilungen und Regionen (Ost-/Westdeutschland) geschichteten Zufallsstichprobe für die Gruppe der Unternehmen ab 5 Beschäftigte erfasst: 5-39, 46, 49-53, 58-66, 69-74, 78-82. In früheren Erhebungswellen (bis 2004) waren weitere Wirtschaftsbereiche (auf Basis WZ03) Teil der Zufallsstichprobe, nämlich die WZ03-Abteilungen 45, 50, 52, 70 und 71. Unternehmen aus diesen Branchen, sind weiterhin Teil der erweiterten Stichprobe des MIP, solange sie sich an der Erhebung beteiligen. Diese Unternehmen wurden ab der Erhebungswelle 2007 den entsprechenden Wirtschaftszweigen nach WZ08 zugeordnet. Dadurch können auch für weitere WZ08-Abteilungen Auswertungen vorgenommen werden, nämlich 41-43, 45, 47, 68 und 77.

Indikatoren für einzelne Wirtschaftszweige (WZ08-Klassen) werden berechnet, sofern zumindest 10 Beobachtungswerte (Kombination aus Unternehmen und Beobachtungsjahren) vorliegen und für alle 20 Indikatoren Werte berechnet werden können. Diese Bedingungen werden von 430 Wirtschaftszweigen erfüllt. Insgesamt fließen 85.108 Beobachtungen von 28.396 unterschiedlichen Unternehmen in die Analyse ein, d.h. je Unternehmen liegen im Mittel Angaben zu drei Beobachtungsjahren vor (bei maximal sieben möglichen Beobachtungsjahren je Unternehmen). Die relativ niedrige Anzahl an Beobachtungswerten je Unternehmen resultiert im Wesentlichen daraus, dass die Stichprobe des MIP regelmäßig aufgefrischt und ausgeweitet wird, sodass ein bedeutender Teil der Unternehmen erst in den jüngsten Erhebungswellen erstmals an der Erhebung teilgenommen hat.

Ergebnisse

Eine Faktorenanalyse über die 20 Einzelindikatoren (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) erbringt sechs Faktoren mit einer Faktorladung von zumindest 1,0, die zusammen über 72 % der Varianz erklären. Der erste Faktor, der alleine 38 % der Varianz erklärt, bildet im Wesentlichen das Ausmaß der Beteiligung von Unternehmen an technologischen Innovationsaktivitäten (einschließlich Organisationsinnovationen) ab (Tab. 3.2). Ein zweiter Faktor repräsentiert primär die Höhe des Ressourceneinsatzes für technische Innovationen (FuE und sonstige Innovationsausgaben). Ein dritter Faktor erfasst in erster Linie die Höhe des Innovationserfolgs mit Produkt- und Prozessinnovationen. Ein vierter Faktor bildet schwerpunktmäßig die Bedeutung von Marketingaktivitäten (Verbreitung von Marketinginnovationen, Intensität der Marketingaufwendungen) ab. Ein fünfter Faktor hängt vor allem mit der Humankapitalintensität zusammen (Akademikeranteil, Weiterbildungsaufwendungen). Der sechste identifizierte Faktor wird wesentlich durch den Anteil der Unternehmen bestimmt, die nur gelegentlich (d.h. anlassbezogen) FuE betreiben. Von den 20 verwendeten Indikatoren kann einzig der Kostensenkungsanteil durch Prozessinnovationen keinem einzelnen der sechs Faktoren eindeutig zugewiesen werden. Dieser Indikator weist sowohl mit Faktor 1 (technologischer Innovationsaktivitäten) als auch Faktor 3 (Erfolg mit Produkt- und Prozessinnovationen) relativ hohe Faktorladungen zwischen 0,45 und 0,5 auf.

Das Kaiser-Meyer-Olkin-Maß sowie Cronbachs Alpha weisen darauf hin, dass die Ergebnisse der Faktoranalyse als zuverlässig angesehen werden können.

Eine hierarchische Clusteranalyse auf Basis der sechs Faktoren (über Wards Linkage und mit der euklidischen Distanz als Distanzmaß) erbringt ein Ergebnis, das eine Gliederung nach sieben oder fünf Clustern nahelegt (Abb. 3.1). Große Abstände zwischen einzelnen Aggregationsstufen finden sich bei sieben Clustern, bei fünf Clustern sowie bei drei Clustern. Da eine hierarchische Clusteranalyse die Zusammenfassung von zwei Clustern auf der nächst höheren Aggregationsstufe erlaubt, wird für die inhaltliche Interpretation von fünf Clustern ausgegangen, wobei zwei der fünf Cluster in jeweils zwei Subcluster unterteilt werden.

Tab. 3.2: Ergebnisse einer Faktoranalyse zu Indikatoren der Wissensgenerierung auf Ebene von WZ08-Klassen: Faktorladungen einer Hauptkomponentenanalyse nach Varimax-Rotation

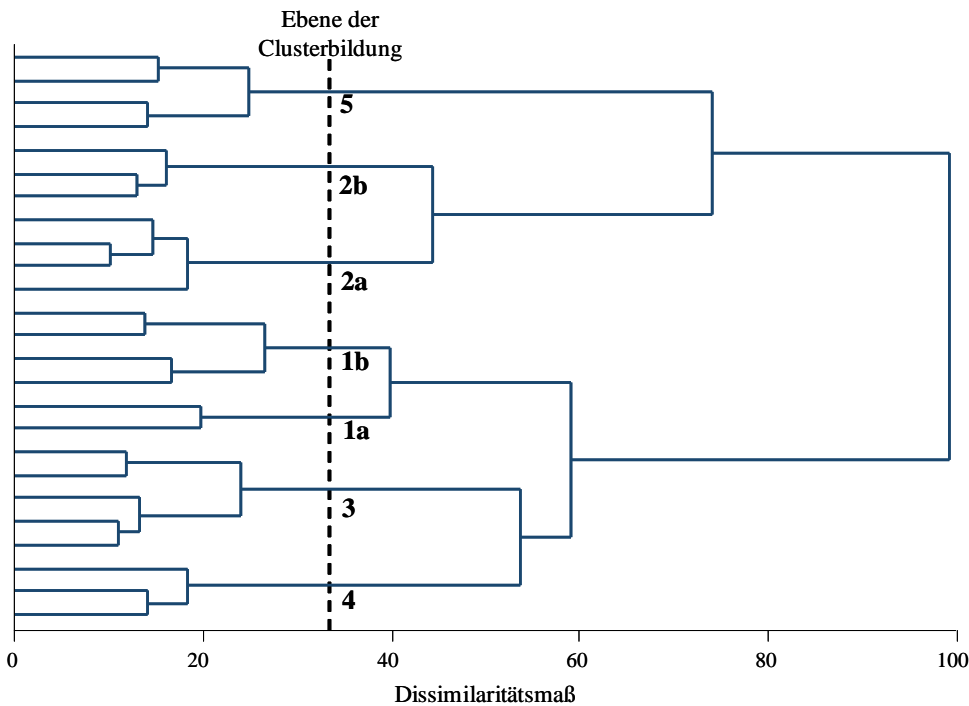
Indikator	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6	Unique	KMO	α
INPDQU	0.78	0.34	0.19	0.24	-0.04	0.20	0.15	0,89	0,82
INPZQU	0.89	0.04	0.05	0.04	0.14	0.19	0.15	0,86	0,83
INMAQU	0.31	-0.03	0.09	0.80	-0.05	0.06	0.25	0,77	0,85
INORQU	0.57	-0.12	-0.13	0.41	0.31	0.20	0.34	0,88	0,84
FUEKQU	0.82	0.40	0.04	0.04	0.05	0.09	0.16	0,90	0,82
FUEGQU	0.12	0.07	0.06	0.01	-0.07	0.92	0.12	0,61	0,85
MNEUQU	0.73	0.41	0.28	0.17	-0.08	-0.01	0.19	0,91	0,83
SNEUQU	0.80	0.29	0.28	0.23	-0.06	-0.03	0.14	0,87	0,83
KOREQU	0.90	-0.06	0.09	-0.05	0.12	-0.04	0.16	0,86	0,83
QUALQU	0.89	-0.01	0.17	0.06	0.11	-0.01	0.16	0,90	0,83
FUEAIN	0.22	0.80	0.08	-0.02	0.22	0.02	0.26	0,83	0,85
FUEBIN	0.23	0.71	-0.03	0.02	0.04	0.02	0.43	0,86	0,85
IASOIN	0.14	0.61	0.27	0.26	0.18	0.16	0.40	0,85	0,85
AKADIN	0.03	0.33	0.01	0.03	0.75	-0.05	0.32	0,71	0,85
WEIBIN	0.24	0.10	-0.01	0.01	0.64	-0.20	0.48	0,82	0,88
MARKIN	-0.03	0.20	0.14	0.74	0.08	-0.09	0.39	0,70	0,85
MNEUIN	0.25	0.35	0.65	0.13	-0.16	0.02	0.35	0,83	0,85
SNEUIN	0.27	0.12	0.74	0.18	-0.05	-0.03	0.33	0,80	0,85
KOREIN	0.46	-0.14	0.49	-0.06	0.29	0.16	0.41	0,91	0,85
QUALIN	0.24	-0.09	0.60	0.01	0.41	0.25	0.35	0,85	0,85
<i>Eigenvalue</i>	7.62	1.89	1.49	1.25	1.21	1.00			
<i>erklärte Varianz</i>	38.1	9.5	7.5	6.3	6.1	5.0			
<i>Gesamt</i>								0,86	0,85

Unique: Anteil der Varianz, die nicht durch die gemeinsamen Faktoren erklärt wird, KMO: Kaiser-Meyer-Olkin Maß, α :Cronbachs Alpha. Basis: 430 Klassen der WZ 2008. Faktorladungen >0,6 sind fett gedruckt.

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Zur inhaltlichen Interpretation der Cluster werden die Mittelwerte der Einzelindikatoren betrachtet (Tab. 3.3). Cluster 1 fasst eindeutig die besonders forschungsintensiven Wirtschaftszweige mit einer starken Orientierung auf technologische Innovationen zusammen. Der Subcluster 1a weist mit einer durchschnittlichen FuE-Intensität (FUEAIN) von 14 % den mit Abstand höchsten Wert bei diesem Indikator auf, Cluster 1b setzt sich mit einer mittleren FuE-Intensität von 1,8 % deutlich nach unten ab. Cluster 1b unterscheidet sich von Cluster 1a außerdem durch eine besonders hohe Orientierung der Unternehmen auf Prozess- und Organisationsinnovationen. Der zweite in zwei Subcluster unterteilte Cluster 2 umfasst Wirtschaftszweige, die besonders stark auf Humankapitalinvestitionen (2a) bzw. auf Marketingaktivitäten (2b) als Wissensgenerierungsstrategie abzielen. Cluster 3 vereint insbesondere jene Wirtschaftszweige, die sehr hohe Innovationserfolge bei eher niedrigen Investitionen in neues technisches Wissen erzielen. Cluster 4 ist geprägt durch Branchen, in denen die Verbreitung von Wissensgenerierungsaktivitäten und der entsprechende Ressourcenaufwand niedrig sind und in denen gelegentliche (d.h. anlassbezogene) FuE-Aktivitäten eine besonders große Rolle spielen. Cluster 5 fasst schließlich jene Wirtschaftszweige zusammen, in denen Wissensgenerierungsaktivitäten welcher Art immer nur in geringem Umfang stattfinden.

Abb. 3.1: Dendrogramm der Clusteranalyse zur Typisierung von WZ08-Klassen nach der Art der Wissensgenerierung auf Basis der Ergebnisse einer Faktoranalyse



Clusteranalyse über Wards Linkage mit euklidischer Distanz als Distanzmaß. Basis: 430 Klassen der WZ 2008.

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Tab. 3.3: Indikatorwerte differenziert nach Clustern

Indikator	Cluster 1a	Cluster 1b	Cluster 2a	Cluster 2b	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
INPDQU	78	63	35	40	58	44	20
INPZQU	51	56	35	31	49	37	20
INMAQU	65	58	51	77	64	50	36
INORQU	62	65	56	61	54	46	37
FUEKQU	74	49	22	18	35	26	7
FUEGQU	10	13	10	12	18	23	8
MNEUQU	47	29	11	11	27	14	4
SNEUQU	49	33	14	17	33	17	6
KOREQU	28	32	16	10	25	14	6
QUALQU	31	33	16	13	26	15	7
FUEAIN	14,0	1,8	1,0	0,9	1,4	0,9	0,1
FUEBIN	45,1	7,5	5,1	4,9	3,9	5,1	1,0
IASOIN	2,4	0,6	0,5	1,0	1,1	0,6	0,2
AKADIN	34	14	35	15	19	11	11
WEIBIN	798	495	1010	334	513	226	259
MARKIN	2,9	1,2	1,5	4,9	1,4	1,0	0,7
MNEUIN	5,2	3,0	1,0	1,5	7,3	2,5	0,4
SNEUIN	4,4	2,2	1,2	1,6	8,4	2,0	0,5
KOREIN	1,8	2,5	1,5	0,8	4,7	1,1	0,8
QUALIN	1,3	0,9	0,9	0,4	3,4	0,6	0,5
Anzahl WZ-Klassen	15	90	59	37	33	79	117

Alle Angaben in %, ausgenommen WEIBIN (in 1.000 €). HöchsterWert fett gedruckt.

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Tab. 3.4 zeigt die Zuordnung der einzelnen WZ-Klassen zu den aus der Clusteranalyse identifizierten sieben Sektortypen der Forschungs- und Wissensintensität. Die einzelnen Sektortypen setzen sich aus folgenden Einzelbranchen zusammen:

- Der Typ 1a umfasst WZ-Klassen, deren Wissensgenerierungsaktivitäten stark auf FuE ausgerichtet sind (Faktor 2) und deckt sich in hohem Ausmaß mit den Wirtschaftszweigen, die auf Basis der Untersuchung zum Anteil der internen FuE-Aufwendungen an der Produktion als Spitzentechnologiebranchen identifiziert wurden. Im Rahmen der Clusteranalyse wurden die WZ-Klassen 01.64, 20.20, 20.52, 21.10, 21.20, 25.40, 26.30, 26.40, 26.51, 26.60, 26.70, 29.31, 72.11, 72.19 und 72.20 zu dieser Gruppe zugeordnet. Die Abweichungen gegenüber der Spitzentechnologieeinteilung auf alleiniger Basis der FuE-Intensität betreffen die Klassen 01.64 (Saatguterzeugung), 20.52 (Herstellung von Kosmetika) sowie die Dienstleistungszweige 72.11, 72.19 und 72.20 (Forschung und Entwicklung), die in der Clusteranalyse ebenfalls zur Spitzengruppe gehören.¹⁸ Dagegen sind die Klassen 26.11 (elektronische Bauteile), 26.20 (Computer), 30.30 (Flugzeugbau) und 30.40 (militärische Kampffahrzeuge) hier nicht der Spitzengruppe zugeordnet.
- Der Typ 1b umfasst 90 WZ-Klassen, die sich vor allem durch eine hohe Beteiligung der Unternehmen an technologischen Innovationsaktivitäten auszeichnen (Faktor 1), wobei die relative Bedeutung von Prozessinnovationen gegenüber Produktinnovationen größer als bei Typ 1a ist. Die FuE-Intensität liegt in den meisten Branchen im mittleren Bereich, wenngleich dieser Typ sowohl forschungsintensivere als auch weniger forschungsintensive Branchen umfasst. Die Humankapitalintensität ist i.d.R. niedrig. Die WZ-Klassen gehören überwiegend (76) dem produzierenden Gewerbe an, wobei sowohl Wirtschaftszweige vertreten sind, die aufgrund ihrer FuE-Aufwendungen je Produktionswert zur Hochwertigen Technologie zählen (insbesondere aus den Bereichen Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau) als auch viele nicht-forschungsintensive WZ-Klassen, etwa aus der Nahrungsmittelherstellung, der Glas-, Keramik- und Steinwarenindustrie und der Metallerzeugung und -verarbeitung. Von den Dienstleistungsbranchen werden u.a. Versicherungen, Bahntransport, Postuniversaldienste und Teile des technischen Großhandels diesem Typ zugeordnet. In diesen Branchen zielt die Generierung neuen Wissens oftmals auf die Verbesserung bestehender Produkte und Prozesse entlang von bekannten technologischen Trajektorien ab. Die Bedeutung hoher eigener FuE-Anstrengungen tritt dabei hinter die Bedeutung des kumulierten Erfahrungswissens (und zwar auch dem von Facharbeitern und nicht nur dem von Akademikern) zurück. Die der Hochwertigen Technologie zugeordneten WZ-Klassen finden sich zwar überwiegend in diesem Typ, sie sind aber bei dem hier verwendeten Multiindikatorenansatz nicht scharf von weniger forschungsintensiven Branchen in ihren Wissensgenerierungsaktivitäten abzugrenzen.
- Der Typ 2a fasst im Wesentlichen jene WZ-Klassen zusammen, die überdurchschnittlich hohe Humankapitalinvestitionen tätigen, sei es in Form eines hohen Anteils von Akademikern unter den Beschäftigten, sei es in sehr hohen Weiterbildungsinvestitionen je Beschäftigtem (Faktor 5). Insgesamt gehören 59 WZ-Klassen diesem Typ an, darunter 12 aus dem produzierenden Gewerbe (insbesondere aus der Energieversorgung, aber auch der Luftfahrzeugbau) und 47 aus den Dienstleistungen (insbesondere technische Dienstleistungen wie Ingenieurbüros, Software, Informationsdienste, Telekommunikation, Banken, Finanzdienste, Rechts- und Wirtschaftsberatung, Unternehmensberatung, Werbung und einige weitere Kreativdienstleistungen). Während einzelne WZ-Klassen eine recht hohe FuE-Intensität aufweisen, spielt FuE bei den meisten Branchen in diesem Typ eine untergeordnete Rolle. Die meisten Branchen der wissensintensiven Dienstleistungen ge-

¹⁸ Die Abgrenzung nach der Höhe der FuE-Intensität erfolgt ausschließlich für Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes.

hören diesem Typ an. Das gemeinsame Merkmal der hier zusammengefassten Branchen besteht in der zentralen Rolle der Mitarbeiter als Träger von Innovationen.

- Der Typ 2b umfasst 37 WZ-Klassen, davon 14 aus dem produzierenden Gewerbe, die sich durch hohe Investitionen in Marketingaktivitäten auszeichnen (Faktor 4). Es handelt sich dabei überwiegend um Branchen der Konsumgüterproduktion (Nahrungsmittel, Getränke, Bekleidung, Schuhe, Reinigungsmittel und Kosmetika) und der Vermarktung von Konsumgütern (Konsumgütergroßhandel, Einzelhandel, Verlage, Telekommunikationsprovider, Filmverleih, Reiseveranstalter). Die Verbreitung von technologischen Innovationen ist vergleichsweise gering. Die FuE-Intensität ist ebenfalls in den meisten hier zugeordneten WZ-Klassen niedrig, wenngleich einzelne forschungsintensive Industriebranchen (insbesondere die Herstellung von Reinigungsmitteln und Kosmetika) diesem Typ angehören.
- Der Typ 3 fasst 33 WZ-Klassen überwiegend aus dem produzierenden Gewerbe (23, aus unterschiedlichen Industriebranchen, darunter Medizintechnik, Schiffbau, Leiterplattenbestückung) und einzelnen Dienstleistungsbranchen (u.a. aus den Bereichen Großhandel, Logistik, PR-Beratung, Marktforschung, technische Labore) zusammen, die hohe Produktinnovationserfolge (inklusive Produktqualitätsverbesserungen durch Prozessinnovationen) erzielen (Faktor 3), gleichzeitig vergleichsweise wenig in FuE investieren und auch eine leicht unterdurchschnittliche Beteiligung an Innovationsaktivitäten aufweisen. Diese hohe „Innovationseffizienz“ kann zum einen an relativ niedrigen Innovationshöhen liegen, zum anderen an der Nutzung von Wissensspillovers bzw. dem Zukauf von Wissen.
- Der Typ 4 umfasst 79 WZ-Klassen, wovon die meisten (70) dem produzierenden Gewerbe angehören. Diese zeichnen sich durch insgesamt niedrige Wissensgenerierungsaktivitäten bei einer hohen Bedeutung gelegentlicher FuE-Aktivitäten (Faktor 6) als wesentliches gemeinsames Merkmal aus. Die FuE-Intensität ist in der Regel niedrig, wenngleich auch einzelne forschungsintensivere Branchen (wie die Herstellung von Nahrungsmittel- und Textilmaschinen) zu diesem Typ gerechnet werden. In dieser Gruppe finden sich viele Wirtschaftszweige der Textil- und Bekleidungsindustrie, der Holz- und Papierverarbeitung (inkl. Möbelindustrie und Druckereien), der Kunststoff- und Metallverarbeitung und der Bearbeitung von Steinwaren. Von den wenigen Dienstleistungsbranchen sind nur zwei bedeutendere, die Filmherstellung und die Tonstudios, in diesem Typ vertreten.
- Zum Typ 5 zählen 117 WZ-Klassen, die sich allesamt durch niedrige Wissensgenerierungsaktivitäten in allen betrachteten Indikatorenbereichen auszeichnen. 47 WZ-Klassen gehören dem Produktionssektor an, darunter die meisten Teilbranchen des Baugewerbes, der Wasserversorgung, der Entsorgung, des Reparaturgewerbes und des Bergbaus sowie einzelner Branchen im Bereich der Materialbearbeitungsindustrie (u.a. Stahl- und Metallbau, mechanische Werkstätten, Verpackungspapierherstellung, Sägewerke, Fleischverarbeitung, Natursteinbearbeitung). Besonders gering ist in dieser Gruppe die Beteiligung der Unternehmen an technologischen Innovationen, was auf eine geringe Bedeutung von Innovation als Wettbewerbsfaktor hindeutet.

Tab. 3.4: Zuordnung von WZ08-Klassen zu Sektortypen der Forschungs- und Wissensintensität

WZ08	Typ	WZ08	Typ	WZ08	Typ	WZ08	Typ	WZ08	Typ	WZ08	Typ	WZ08	Typ
01.11	4	14.19	5	23.32	4	27.20	1b	33.13	1b	46.21	5	52.10	5
01.64	1a	14.20	4	23.41	4	27.31	1b	33.14	4	46.31	5	52.21	3
05.10	4	14.31	4	23.44	1b	27.32	4	33.15	5	46.32	5	52.22	5
05.20	1b	14.39	1b	23.51	1b	27.33	4	33.16	2a	46.33	2a	52.23	3
06.10	2a	15.11	4	23.61	4	27.40	1b	33.17	5	46.34	5	52.24	1b
06.20	2a	15.12	4	23.63	5	27.51	3	33.19	5	46.37	2b	52.29	5
08.11	5	15.20	2b	23.64	1b	27.90	1b	33.20	4	46.38	1b	53.10	1b
08.12	5	16.10	5	23.65	1b	28.11	1b	35.11	2a	46.39	5	53.20	5
08.91	1b	16.21	1b	23.70	5	28.12	3	35.12	2a	46.41	5	55.10	2b
08.92	5	16.22	1b	23.91	1b	28.13	1b	35.13	2a	46.42	5	56.10	5
08.93	5	16.23	4	23.99	4	28.14	1b	35.14	2a	46.43	2b	56.21	5
09.10	5	16.24	5	24.10	1b	28.15	1b	35.21	3	46.45	4	56.29	1b
09.90	5	16.29	4	24.20	1b	28.21	1b	35.22	2a	46.46	1b	58.11	2a
10.11	5	17.12	1b	24.31	1b	28.22	1b	35.23	1b	46.47	2b	58.12	2b
10.13	5	17.21	5	24.32	1b	28.23	1b	35.30	5	46.49	5	58.13	2b
10.20	1b	17.22	1b	24.33	1b	28.24	3	36.00	5	46.51	5	58.14	2b
10.31	3	17.23	5	24.34	4	28.25	1b	37.00	5	46.52	5	58.19	5
10.32	2b	17.24	3	24.41	1b	28.29	1b	38.11	5	46.61	5	58.29	4
10.39	4	17.29	4	24.42	1b	28.30	1b	38.12	2a	46.63	1b	59.11	4
10.41	4	18.11	4	24.43	2a	28.41	1b	38.21	5	46.65	5	59.12	4
10.42	2b	18.12	5	24.44	1b	28.49	1b	38.22	5	46.69	5	59.13	2b
10.51	1b	18.13	3	24.45	1b	28.91	3	38.31	4	46.71	2a	59.14	5
10.61	1b	18.14	4	24.51	4	28.92	1b	38.32	5	46.72	5	59.20	5
10.62	1b	18.20	3	24.52	4	28.93	4	39.00	5	46.73	5	60.10	2a
10.71	4	19.20	1b	24.53	4	28.94	4	41.10	5	46.74	3	60.20	2b
10.72	4	20.11	1b	24.54	4	28.95	1b	41.20	3	46.75	5	61.10	2a
10.73	4	20.12	1b	25.11	5	28.96	1b	42.11	2a	46.76	4	61.20	2a
10.81	1b	20.13	1b	25.12	5	28.99	1b	42.21	5	46.77	5	61.90	2b
10.82	1b	20.14	1b	25.21	3	29.10	1b	43.11	5	46.90	5	62.01	2a
10.83	2b	20.15	1b	25.29	4	29.20	4	43.12	5	47.11	2a	62.02	2a
10.84	4	20.16	3	25.30	3	29.31	1a	43.21	5	47.30	5	62.03	2a
10.85	3	20.20	1a	25.40	1a	29.32	1b	43.22	5	47.51	2b	62.09	2a
10.86	1b	20.30	1b	25.50	4	30.11	3	43.31	5	47.52	2a	63.11	2a
10.89	1b	20.41	2b	25.61	1b	30.12	4	43.32	5	47.53	2b	63.12	2a
10.91	4	20.42	2b	25.62	5	30.20	1b	43.33	5	47.59	2b	63.91	4
10.92	4	20.51	4	25.71	3	30.30	2a	43.34	5	47.62	5	63.99	2a
11.01	5	20.52	1a	25.72	1b	30.40	1b	43.39	5	47.64	2a	64.11	1b
11.02	2b	20.53	4	25.73	4	30.91	3	43.91	5	47.71	2b	64.19	2a
11.05	2b	20.59	1b	25.91	4	30.92	2b	43.99	5	47.73	1b	64.20	2a
11.07	2b	20.60	3	25.92	1b	30.99	2b	45.11	5	47.78	2b	64.30	2b
12.00	1b	21.10	1a	25.93	4	31.01	4	45.19	5	47.91	2b	64.91	2a
13.10	4	21.20	1a	25.94	1b	31.02	4	45.20	2a	49.10	1b	64.92	2a
13.20	4	22.11	1b	25.99	4	31.03	4	45.31	2a	49.20	1b	64.99	2a
13.30	4	22.19	4	26.11	1b	31.09	4	45.32	5	49.31	5	65.11	1b
13.91	4	22.21	4	26.12	3	32.12	2a	45.40	2b	49.32	5	65.12	1b
13.92	4	22.22	4	26.20	1b	32.13	3	46.13	3	49.39	5	65.20	2a
13.93	4	22.23	5	26.30	1a	32.20	4	46.14	5	49.41	5	66.12	2a
13.95	4	22.29	4	26.40	1a	32.30	4	46.15	2b	49.42	5	66.19	2a
13.96	4	23.11	1b	26.51	1a	32.40	4	46.16	5	49.50	2a	66.21	2a
13.99	4	23.12	4	26.52	3	32.50	3	46.17	5	50.10	5	66.22	2a
14.11	4	23.13	1b	26.60	1a	32.91	3	46.18	4	50.20	5	66.30	2b
14.12	2b	23.14	4	26.70	1a	32.99	2b	46.19	2a	50.30	5	68.10	5
14.13	2b	23.19	1b	27.11	1b	33.11	5	46.21	5	50.40	5	68.20	2a
14.14	4	23.31	4	27.12	1b	33.12	5	46.31	5	51.10	2a	68.31	2a

Typ 1a: sehr hohe FuE-Intensität, Produktinnovationsfokus; Typ 1b: mittlere bis hohe FuE-Intensität, Prozessinnovationsfokus; Typ 2a: mittlere bis niedrige FuE-Intensität, hohe Humankapitalintensität; Typ 2b: mittlere bis niedrige FuE-Intensität, hohe Marketingintensität; Typ 3: mittlere FuE-Intensität, hohe Umsetzungseffizienz; Typ 4: mittlere bis niedrige FuE-Intensität, gelegentliche FuE; Typ 5: niedrige Forschungs- und Wissensintensität;

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Insgesamt erbrachte die Analyse einige interessante Einblicke, die für künftige Untersuchungen zur Klassifizierung von Industrien und Gütern nach ihrer Forschungs- und Wissensintensität genutzt werden können. So wurde die Kategorie der Spitzentechnologie auch durch diese Analyse als eine selbstständige und klar abgegrenzte Gruppe wirtschaftlicher Aktivitäten bestätigt, die einem sehr spezifischen Weg der Wissensgenerierung folgt (hohe Risikoexposition durch sehr hohe FuE-Ausgaben). Der Bereich der Hochwertigen Technologie konnte dagegen nicht als eine ebenso eigenständige Gruppe identifiziert werden, vielmehr scheint es bei einem breiteren Blick auf Wissensgenerierungsaktivitäten keine klare Abgrenzung zu einer Reihe von weniger forschungsintensiven Industriebranchen aus dem Bereich der technischen Verarbeitungsindustrie zu geben. Des Weiteren konnten für einige Industrie- und Dienstleistungsbranchen spezifische Strategien der Wissenserzeugung beobachtet werden, die primär auf Humankapital bzw. Marketinginvestitionen beruhen und durch eine Betrachtung der FuE-Intensität nicht abgebildet werden können. Schließlich gibt es im Bereich der nicht forschungsintensiven Industrie eine Reihe von Branchen, die zwar eine niedrige FuE-Intensität aufweisen, gleichwohl aber interne FuE-Aktivitäten durchführen, wenngleich nur anlassbezogen und mit vermutlich geringem Innovationsanspruch in Bezug auf den Neuheitsgrad des so produzierten Wissens.

Die Untersuchung zeigte weiterhin, dass in jedem Branchentyp sowohl Industrie- als auch Dienstleistungsbranchen vertreten sind, sodass die scharfe Zweiteilung nach produzierender Industrie und (wissensintensiven) Dienstleistungen nicht zwingend ist. Gleichwohl haben die meisten der Wissensgenerierungstypen einen klaren Fokus auf einen der beiden Sektoren, wobei in den Dienstleistungsbranchen der auf Humankapitalinvestitionen basierende Wissensgenerierungstyp dominiert und die hohe Bedeutung von Humankapitalindikatoren zur Abbildung der Wissensintensität von Dienstleistungsbranchen bestätigt.

4 Zitierte Quellen

- Castellacci, F. (2008), Technological Paradigms, Regimes and Trajectories: Manufacturing and Service Industries in a New Taxonomy of Sectoral Patterns of Innovation, *Research Policy* 39, 1139-1158.
- Cordes, A., B. Gehrke (2012): Außenhandel mit forschungsintensiven Waren im internationalen Vergleich. Erschienen als Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 11-2012.
- Corrado, C., C. Hulten, D. Sichel (2005), Intangible Capital and Economic Growth. Measuring capital and technology: an expanded framework, in C. Corrado, C. Hulten, D. Sichel (Hrsg.), *Measuring Capital in the New Economy*, *Studies in Income and Wealth* 65, Chicago: The University of Chicago Press.
- Corrado, C., C. Hulten, D. Sichel (2006), *Intangible Capital and Economic Growth*, NBER Working Paper 11948, Washington.
- Gehrke, B., Ch. Rammer, R. Frietsch, P. Neuhäusler (2010): Listen wissens- und technologieintensiver Wirtschaftszweige. Zwischenbericht zu den NIW/ISI/ZEW-Listen 2010/2011. Erschienen als Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 19-2010.
- Hoepfner, D. (2005): Änderungen im Internationalen Warenverzeichnis für den Außenhandel (SITC), in: *Wirtschaft und Statistik* 12/2005, 1257-1260.
- Kleinknecht, A., K. Van Montfort, E. Brouwer (2002), The non-trivial choice between innovation indicators, *Economics of Innovation and New Technology* 11, 109-121.
- Legler, H., R. Frietsch (2006): Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006), Hannover/Karlsruhe, Juni 2006. Erschienen als Studie des NIW und des ISI zum deutschen Innovationssystem Nr. 22-2007.
- Marsili, O. (2001), *The Anatomy and Evolution of Industries. Technological Change and Industrial Dynamics*, Edward Elgar: Cheltenham.
- OECD (2012): *Main Science and Technology Indicators* 1/2012.
- OECD und Eurostat (2005), *Oslo Manual. Proposed Guidelines for the Collection and Interpretation of Innovation Data. Third Edition*, Paris: OECD.
- Pavitt, K. (1984), Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, *Research Policy* 13, 343-373.
- Peneder, M. (2010), Technological regimes and the variety of innovation behaviour: Creating integrated taxonomies of firms and sectors, *Research Policy* 39, 323-334.
- Peters, B., C. Rammer (2013), *Innovation Panel Surveys in Germany*, in F. Gault (Hrsg.), *Handbook of Innovation Indicators and Measurement*, Cheltenham: Edward Elgar (in Druck).
- Rammer, Ch., B., Gehrke (2011, 2012): *Innovationsindikatoren Chemie 2011 bzw. 2012*, Hannover und Mannheim.
- Rammer, C., Peters, B., Schmidt, T., Aschhoff, B., Doherr, T., Niggemann, H. (2005), *Innovationen in Deutschland. Ergebnisse der Innovationserhebung 2003 in der deutschen Wirtschaft*, *ZEW Wirtschaftsanalysen*, Band 78, Baden-Baden.

Zitierte Quellen

Schasse, U. u. a. (2012): FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Unvollständiger Entwurf mit Datenstand Oktober 2012.

Statistisches Bundesamt (o. A.): Internationales Warenverzeichnis für den Außenhandel (SITC, Rev. 4). Deutsche Übersetzung der Standard International Trade Classification, Revision 4, der Vereinten Nationen, Ausgabe 2006.

5 Anhang

Tab. A 1: Korrelationskoeffizientenmatrix der Einzelindikatoren

Indikator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
INPDQU	1	1.00																		
INPZQU	2	0.73	1.00																	
INMAQU	3	0.43	0.31	1.00																
INORQU	4	0.41	0.50	0.43	1.00															
FUEKQU	5	0.80	0.79	0.29	0.40	1.00														
FUEGQU	6	0.32	0.27	0.06	0.14	0.18	1.00													
MNEUQU	7	0.83	0.60	0.33	0.34	0.74	0.17	1.00												
SNEUQU	8	0.87	0.67	0.41	0.38	0.75	0.15	0.86	1.00											
KOREQU	9	0.61	0.84	0.19	0.45	0.70	0.09	0.60	0.67	1.00										
QUALQU	10	0.69	0.82	0.27	0.49	0.66	0.13	0.66	0.74	0.85	1.00									
FUEAIN	11	0.39	0.25	0.07	0.14	0.48	0.05	0.44	0.39	0.20	0.25	1.00								
FUEBIN	12	0.37	0.21	0.13	0.17	0.44	0.03	0.37	0.31	0.16	0.18	0.53	1.00							
IASOIN	13	0.42	0.27	0.18	0.14	0.39	0.14	0.42	0.41	0.20	0.25	0.56	0.33	1.00						
AKADIN	14			-																
		0.18	0.15	0.04	0.16	0.19	0.00	0.16	0.15	0.09	0.14	0.34	0.21	0.23	1.00					
WEIBIN	15						-													
		0.20	0.25	0.06	0.20	0.24	0.03	0.22	0.21	0.24	0.22	0.19	0.10	0.14	0.37	1.00				
MARKIN	16						-													
		0.22	0.07	0.34	0.09	0.12	0.01	0.22	0.23	0.06	0.11	0.14	0.10	0.36	0.11	0.04	1.00			
MNEUIN	17	0.44	0.27	0.23	0.12	0.36	0.16	0.55	0.44	0.24	0.30	0.30	0.25	0.35	0.06	0.10	0.18	1.00		
SNEUIN	18	0.43	0.31	0.32	0.16	0.30	0.12	0.41	0.51	0.28	0.36	0.21	0.18	0.28	0.09	0.11	0.14	0.53	1.00	
KOREIN	19	0.42	0.44	0.15	0.29	0.38	0.14	0.39	0.43	0.49	0.46	0.13	0.08	0.23	0.10	0.18	0.08	0.28	0.30	1.00
QUALIN	20	0.28	0.33	0.14	0.26	0.27	0.13	0.27	0.29	0.32	0.37	0.17	0.11	0.26	0.18	0.11	0.10	0.26	0.38	0.48

Basis: 430 Klassen der WZ 2008.

Quelle: ZEW - Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.