

DHI

DEUTSCHES HANDWERKSINSTITUT

Jörg Thomä

Ende des Erfahrungswissens?

**Akademisierung und Innovationsfähigkeit
von KMU**

Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung 26

Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand
und Handwerk an der Universität Göttingen

i/f/h

Veröffentlichung
des Volkswirtschaftlichen Instituts für Mittelstand und Handwerk
an der Universität Göttingen

Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut e.V.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



sowie die
Wirtschaftsministerien
der Bundesländer

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über

<http://dnb.dnb.de>

abrufbar.

ISSN 2364-3897

DOI-URL: <http://dx.doi.org/10.3249/2364-3897-gbh-26>

Alle Rechte vorbehalten

ifh Göttingen • Heinrich-Düker-Weg 6 • 37073 Göttingen

Tel. 0551-39 174882 • Fax 0551-39 4893

eMail: info@ifh.wiwi.uni-goettingen.de

Internet: www.ifh.wiwi.uni-goettingen.de

GÖTTINGEN • 2019

Ende des Erfahrungswissens? Akademisierung und Innovationsfähigkeit von KMU

Autor: Jörg Thomä

Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung Nr. 26

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, wie der anhaltende Trend zur Akademisierung der Berufswelt im Hinblick auf die Innovationsfähigkeit von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu bewerten ist. Die Ergebnisse machen deutlich, dass die duale Berufsausbildung und darauf aufbauende Fortbildungen hierzulande ein breites Reservoir an Hochqualifizierten schaffen, das wie akademisch ausgebildetes Personal auch dazu in der Lage ist, innovative Tätigkeiten im Unternehmen auszuüben. Gerade für die Innovationsfähigkeit von KMU ist dies wichtig, weil diese zur Deckung ihres Personalbedarfs in hohem Maße am Berufsbildungssystem partizipieren. In der Folge spielt der beruflich-betriebliche Bildungstyp mit seiner Betonung auf personengebundenem, schwer zu formalisierendem Erfahrungswissen eine Schlüsselrolle für die Hervorbringung von Innovationen im KMU-Sektor.

Wie im Beitrag ferner deutlich wird, weist das Berufsbildungssystem unter Innovationsgesichtspunkten verschiedene Vorteile auf, von denen gerade kleinere Unternehmen profitieren. In engem Zusammenhang hierzu steht die spezifische Fähigkeit zahlreicher Unternehmen im deutschen Mittelstand, auch ohne eigene Forschung und Entwicklung (FuE) innovativ tätig zu sein. In diesen Unternehmen werden Innovationsprozesse stark durch personengebundenen Erfahrungswissen und anwendungsnahes interaktives Lernen bestimmt. Hierdurch ergibt sich eine „andere Spielart“ des Innovierens, in deren Rahmen beruflich Qualifizierten (zumindest bislang) eine zentrale Bedeutung zukommt.

Weil das Vorhandensein von akademisch geschultem Personal oft die Vorbedingung für den Einstieg in komplexere FuE-Aktivitäten ist, treibt freilich die Akademisierung die Innovationstätigkeit im KMU-Sektor bis zu einem gewissen Grad auch voran. Gerade in technisch-naturwissenschaftlichen Bereichen dürften daher akademische Qualifikationen weiter an Bedeutung für die Innovationsfähigkeit von KMU gewinnen. Angesichts der Tatsache, dass sich insbesondere im mittleren Qualifikationssegment der beruflich Ausgebildeten bereits heute ausgeprägte Fachkräfteengpässe abzeichnen und zugleich das Angebot an Akademikerinnen und Akademikern wahrscheinlich weiter zunehmen wird, stellt sich allerdings die Frage, ob viele KMU in Zukunft stärker auf Hochschulabsolventen zurückgreifen werden, weil sie diese tatsächlich brauchen oder aber weil sie die eigentlich benötigten beruflich qualifizierten Experten und Spezialisten nicht mehr finden können. Aus diesem Blickwinkel geht von der Akademisierung also durchaus eine Gefahr für die Innovationsfähigkeit von KMU aus. Anstrengungen zur Stärkung des Innovationspotenzials von KMU sollten daher auch in Zeiten der Akademisierung die Rolle erfahrungsgeleiteten Lernens und damit den beruflich-betrieblichen Bildungstyp im Blick behalten.

Schlagerwörter: *Innovation, Berufliche Bildung, Akademisierung, KMU*

Inhalt

1.	Hintergrund	1
2.	Hochqualifizierte = Akademiker?	3
3.	Die Bedeutung der beruflichen Bildung für das Innovationssystem	5
4.	FuE und Innovation im KMU-Sektor	8
5.	Zur Heterogenität innovationsaktiver KMU	10
6.	Fazit	13
7.	Literatur	15

Tabellen

Tabelle 1:	Qualifikationsstruktur der Erwerbstätigen differenziert nach Anforderungsniveaus 2013 (in %)	3
Tabelle 2:	Erwerbstätige mit komplexen Spezialistentätigkeiten und hochkomplexen Tätigkeiten 2012, nach Unternehmensgröße und höchster beruflicher Qualifikation (in %)	4
Tabelle 3:	Qualifikationsstruktur von Beschäftigten nach Unternehmensgröße und Sektor 2013 (nur Einbetriebsunternehmen; Anteil der Beschäftigten in %)	5
Tabelle 4:	Ländervergleich von KMU (10 bis 249 Beschäftigte) hinsichtlich interner FuE und Einführung technologischer Innovationen	8
Tabelle 5:	Idealtypische Lern- und Innovationsmodi auf der Unternehmensebene	10

1. Hintergrund

Es besteht Einigkeit darüber, dass die wachsende Komplexität von Lebens- und Arbeitswelten mit höheren Kompetenzanforderungen für Beschäftigte einhergeht. Darüber jedoch, welcher Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse es in Zukunft besonders bedarf, gehen die Meinungen in der bildungspolitischen Diskussion zuweilen auseinander. Zugespitzt lassen sich zwei konträre Positionen unterscheiden, denen unterschiedliche Kompetenz- und Wissensverständnisse zugrunde liegen.¹

Die eine Seite geht von einem Wandel der dominanten Wissensbasis aus. Personengebundenes, schwer zu formalisierendes Erfahrungswissen würde auf dem Weg zur Wissensgesellschaft zunehmend an Bedeutung verlieren, die Rolle von systematisch-theoretischem Wissen hingegen immer wichtiger werden. Letzteres bezieht sich auf alle Formen kodifizierten (expliziten) Wissens, das im Rahmen „praxisferner“ akademischer Ausbildungen vermittelt wird. Nach dieser Sichtweise gewinnt das Hochschulsystem stetig an Relevanz, um den Bedarf der Wirtschaft nach abstraktem Theoriewissen zu decken. Die duale Berufsausbildung drohe hingegen aufgrund ihrer engen Bindung an erfahrungsbasierte Lernprozesse immer mehr ins Hintertreffen zu geraten.²

Nach einer anderen Lesart ist keineswegs von einem „Ende des Erfahrungswissens“³ auszugehen. Die steigende Komplexität von Arbeitsprozessen erfordere gerade mehr statt weniger erfahrungsbasiertes Praxiswissen und Können. Die „Bewältigung des Unplanbaren“⁴ könne nur mit Kompetenzen gelingen, die aus dynamischer Erfahrung und sinnlichen Aneignungsprozessen resultieren. Anschauliches Beispiel hierfür ist der Trend zur Digitalisierung. Denn eine Ironie dieser Entwicklung ist, dass es gerade in stark automatisierten, digitalisierten Arbeitsumgebungen letztlich doch immer wieder des Faktors Mensch in Form von Intuition, Gespür, Assoziation und ganzheitlicher Sinneswahrnehmung bedarf, um mit den neuen komplexen Zusammenhängen und Unwägbarkeiten umzugehen. Dabei wird nicht der Tatsache widersprochen, dass durch schulisches und akademisches Lernen erworbenes Theoriewissen ebenfalls von großer Bedeutung ist und bleiben wird. Jedoch würde auch im 21. Jahrhundert erst die Verknüpfung von abstraktem, systematisch-theoretischem Wissen mit erfahrungsbasiertem „Learning by doing and using“ die Grundlage für wirtschaftliche Wertschöpfung schaffen. Aus diesem Blickwinkel ist die duale Berufsausbildung somit keineswegs als Auslaufmodell zu betrachten. Sie kann vielmehr ein Vorbild für die akademische Ausbildung sein, wenn es darum geht, den Bedarf an erfahrungsorientierten Lernprozessen auch über die Hochschulausbildung zu decken – z.B. durch die stärkere Etablierung dualer Studiengänge.⁵

Angesichts des großen Stellenwerts der beruflichen Bildung in Deutschland stellt sich somit die Frage, ob es hierzulande tatsächlich höhere Akademikerquoten braucht. Denn aus unterdurchschnittlichen Akademikeranteilen folgt nicht zwangsläufig eine Kompetenzlücke im internationalen Vergleich. Beruflich qualifizierte Erwerbstätige aus Deutschland können

¹ Vgl. Dietzen (2008), S. 37.

² Vgl. Baethge u.a. (2007), S. 74-76.

³ Pfeiffer (2012), S. 203.

⁴ Böhle (2005), S. 9.

⁵ Vgl. Pfeiffer (2012), S. 203-217; Pfeiffer/Suphan (2015a), S. 21-22 und (2015b), S. 25-30.

hinsichtlich ihrer Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse durchaus mit Akademikerinnen und Akademikern aus anderen Ländern mithalten. Zudem spricht vieles für die These, dass das Geheimnis des deutschen Produktions- und Innovationsmodells im engen Zusammenspiel von beruflich-praxisnahem Erfahrungswissen und systematisch-theoretischem Wissen liegt. Auf der Unternehmensebene zeigt sich dies etwa an der hierzulande traditionell engen Interaktion zwischen akademisch geschultem Personal (Ingenieure, Produktmanager etc.) und beruflich qualifizierten Könnern (Facharbeiter, Meister, Techniker etc.).⁶

Der vorliegende Beitrag geht vor diesem Hintergrund der Frage nach, wie die Akademisierung hinsichtlich der Innovationsfähigkeit von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu bewerten ist. Hierzu wird im Abschnitt 2 zunächst gefragt, welche erwerbstätigen Personen in Deutschland zur besonders innovationsrelevanten Gruppe der Hochqualifizierten gehören. Abschnitt 3 geht näher auf die besondere Rolle ein, die das Berufsbildungssystem für die Innovationsstärke der deutschen Wirtschaft im Allgemeinen und des KMU-Sektors im Besonderen hat. In diesem Zusammenhang wird dann in Abschnitt 4 eine weitere Brücke zur Innovationsfähigkeit von KMU geschlagen, indem der Stellenwert von unternehmensinterner Forschung und Entwicklung (FuE) beleuchtet wird. Auf Grundlage der vorangegangenen Ausführungen diskutiert Abschnitt 5 die Heterogenität innovationsaktiver KMU hinsichtlich der Lern- und Wissensformen, die für unterschiedliche Arten zu Innovieren charakteristisch sind. Dies erlaubt weitere Rückschlüsse zur Bedeutung von personengebundenem Erfahrungswissen für die Innovationsfähigkeit von KMU. Abschnitt 6 liefert ein Fazit.

⁶ Vgl. Bosch (2012), S. 25-28; daneben z.B. EFI (2014), S. 30-35.

2. Hochqualifizierte = Akademiker?

Die Gruppe der Hochqualifizierten ist ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für die Innovationsfähigkeit und Produktivität von Unternehmen.⁷ Meist richtet sich in diesem Zusammenhang die Aufmerksamkeit auf Erwerbstätige mit Hochschulabschluss. In der Tat besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Akademikeranteil unter den Beschäftigten eines Unternehmens und dessen Innovationsleistung.⁸ Gerade im Falle der deutschen Wirtschaft sind allerdings beruflich qualifizierte Fachkräfte (praxiserfahrene Facharbeiter, Meister, Techniker etc.) ebenfalls ein zentraler Träger des Innovationsgeschehens. So sind Beschäftigte mit gewerblich-technischen Berufsabschlüssen häufig in Innovationsprojekte eingebunden, entweder im Rahmen anwendungsnahe Entwicklungsaktivitäten oder in nicht-FuE-bezogenen Innovationsbereichen (z.B. Produktgestaltung, Prototypenbau, Konstruktion, Dienstleistungskonzeption und andere Vorbereitungen für die Herstellung und den Vertrieb von Innovationen). Insbesondere das praktische Erfahrungswissen der beruflich Qualifizierten liefert in diesen Fällen einen wichtigen Innovationsinput.⁹

Tabelle 1: Qualifikationsstruktur der Erwerbstätigen differenziert nach Anforderungsniveaus 2013 (in %)

Erwerbstätige	Helfer-tätigkeiten	Fachlich ausgerichtete Tätigkeiten	Komplexe Spezialisten-tätigkeiten	Hochkomplexe Tätigkeiten
ohne abgeschlossene Berufsausbildung	38,6	10,8	4,8	3,7
mit abgeschlossener Berufsausbildung	47,2	67,4	41,6	18,3
mit Meister-/ Techniker-/ Fortbildungsabschluss	2,5	7,3	23,8	5,9
mit akademischem Abschluss	2,9	5,2	24,9	68,1
in Bildung	8,7	9,2	5,0	4,0
	100	100	100	100

ifh Göttingen

Quelle: Maier u.a. (2016: 14) auf Basis des Mikrozensus und der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung.

Interessant ist diesbezüglich ein Blick auf die Qualifikationsstruktur der Erwerbstätigen, differenziert nach beruflichem Anforderungsniveau (vgl. Tabelle 1). Die Klassifikation der Berufe 2010 (KldB 2010) erlaubt erstmals die Berücksichtigung unterschiedlicher Komplexitätsgrade innerhalb einzelner Berufe. Dahinter steht die Annahme, dass für bestimmte berufliche Tätigkeiten spezifische Kompetenzen erforderlich sind. Die Definition der Anforderungsniveaus orientiert sich an formalen beruflichen Bildungsabschlüssen. Gleichzeitig gilt jedoch, dass die für ein jeweiliges berufliches Anforderungsniveau benötigten

⁷ Vgl. Gehrke u.a. (2017), S. VII.

⁸ Vgl. z.B. Aschhoff u.a. (2007), S. 78-87; Rammer u.a. (2009), S. 47-51.

⁹ Vgl. Pfeiffer (2015), S. 367 f.

Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse auch über erfahrungsbasiertes „Learning by doing and using“ erworben werden können.¹⁰ Letzteres dürfte zumindest teilweise den Befund aus Tabelle 1 erklären, wonach komplexe Spezialistentätigkeiten und hochkomplexe Tätigkeiten hierzulande zu einem vergleichsweise großen Anteil von Personen mit abgeschlossener Berufsausbildung bzw. von Personen mit beruflicher Fortbildung (Meister, Techniker etc.) ausgeführt werden. So entfielen 2013 auf diese beiden nicht-akademischen Gruppen insgesamt 65,4 % aller komplexen Spezialistentätigkeiten und immerhin 24,2 % aller hochkomplexen Tätigkeiten.

Vor diesem Hintergrund erklärt sich bereits ein Stück weit, warum nicht nur die akademische Bildung wichtig für die Hervorbringung von Innovationen ist, sondern gerade auch das berufliche Qualifizierungssegment (siehe hierzu ausführlich Kapitel 3). Hierbei ist es wichtig, sich zu vergegenwärtigen, dass Hochqualifizierte mit nicht-akademischem Bildungsabschluss insbesondere im KMU-Sektor eine wichtige Rolle spielen. Hinweise darauf liefert eine Auswertung der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012. Es handelt sich dabei um eine breit angelegte Befragung unter Erwerbstätigen in Deutschland, die alle sechs Jahre gemeinsam vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) durchgeführt wird. Im Ergebnis zeigt sich, dass in der gewerblichen Wirtschaft mit sinkender Unternehmensgröße auch der Akademikeranteil an der Gruppe der hochqualifizierten Erwerbstätigen abnimmt. Folglich werden komplexe Tätigkeiten in KMU überdurchschnittlich häufig von beruflich qualifizierten Experten und Spezialisten ausgeführt (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Erwerbstätige mit komplexen/hochkomplexen Experten- und Spezialistentätigkeiten 2012, nach Unternehmensgröße und höchster beruflicher Qualifikation (in %)

	Experten und Spezialisten...				
	mit abgeschlossener Berufsausbildung	mit Meister-/Techniker-/Fortbildungsabschluss	mit akademischem Abschluss	ohne Abschluss /Sonstiges	
Kleine Unternehmen (1 bis max. 49 Beschäftigte)	38,7	25,3	29,6	6,4	100
Mittlere Unternehmen (50 bis max. 249 Beschäftigte)	45,0	17,6	35,4	2,1	100
Großunternehmen (250 und mehr Beschäftigte)	30,9	17,5	48,0	3,6	100

ifh Göttingen

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 (gewichtete Werte).

Anmerkung: Nur die Wirtschaftsbereiche Industrie, Handel und Handwerk

¹⁰ Vgl. Paulus/Matthes (2013), S. 9-11.

3. Die Bedeutung der beruflichen Bildung für das Innovations-system

Das Zusammenspiel von beruflichen und akademischen Qualifikationen gilt als ein prägendes Merkmal des deutschen Produktions- und Innovationsmodells. So macht der Ökonom Michael E. Porter in seinem Standardwerk über Nationale Wettbewerbsvorteile mit Blick auf Deutschland die duale Berufsausbildung als einen wesentlichen faktorbildenden Mechanismus der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit fest, welcher „in seiner Bedeutung kaum zu überschätzen [ist]“. ¹¹ Ähnlich argumentiert die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), wenn sie hinsichtlich der deutschen Wirtschaft die innovationsförderliche Interaktion von „hochqualifizierten, vor allem natur- und ingenieurwissenschaftlichen Absolventen aus dem Hochschulsystem mit hervorragend ausgebildeten Facharbeitern aus dem dualen Bildungssystem“ ¹² hervorhebt. In diesem Zusammenhang zähle es zudem zu den Stärken des deutschen Innovationssystems, dass sich eine Vielzahl von KMU an der dualen Berufsausbildung beteiligt. ¹³

Auch in den forschungs- und wissensintensiven Branchen des Produzierenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors liegen dabei die Anteile der beruflich Qualifizierten deutlich über denen der Hochschulabsolventen. In Übereinstimmung zu den oben diskutierten Ergebnissen trifft dies insbesondere für KMU zu (vgl. Tabelle 3). Somit spricht einiges für die These von Pfeiffer (2015, S. 366 f.), wonach das berufliche Qualifizierungssegment eine höhere volkswirtschaftliche Bedeutung für die innovationsstarken Bereiche der deutschen Wirtschaft hat als häufig angenommen. Gleichzeitig sind KMU in der Tat ein wesentlicher Träger der dualen Berufsausbildung. Im Jahr 2014 entfielen in Deutschland auf Betriebe mit 1 bis maximal 249 Beschäftigten Anteile von 97,1 % an allen Ausbildungsbetrieben und 71,2 % am gesamten Auszubildendenbestand. ¹⁴

Tabelle 3: Qualifikationsstruktur von Beschäftigten nach Unternehmensgröße und Sektor 2013 (nur Einbetriebsunternehmen; Anteil der Beschäftigten in %)

	Produzierendes Gewerbe		Dienstleistungen	
	forschungs-intensive Branchen	nicht-forschungs-intensive Branchen	wissens-intensive Branchen	nicht-wissens-intensive Branchen
<i>Kleinstunternehmen</i>	100	100	100	100
Qualifikationsgruppe I	22,3	21,6	14,9	36,1
Qualifikationsgruppe II	66,6	77,3	70,4	61,9
Qualifikationsgruppe III	11,1	1,1	14,7	2,0
<i>Kleinunternehmen</i>	100	100	100	100
Qualifikationsgruppe I	14,0	19,8	13,6	33,2

¹¹ Porter (1991), S. 392.

¹² EFI (2014), S. 30.

¹³ Vgl. ebd.

¹⁴ Vgl. Bundesinstitut für Berufsbildung (2016), S. 209 f.

Tabelle 3 (Fortsetzung):

Qualifikationsgruppe II	71,6	77,5	63,2	63,7
Qualifikationsgruppe III	14,4	2,8	23,2	3,0
<i>Mittelgroße Unternehmen</i>	100	100	100	100
Qualifikationsgruppe I	16,8	23,1	18,9	35,6
Qualifikationsgruppe II	65,8	71,4	53,0	61,4
Qualifikationsgruppe III	17,4	5,6	28,1	3,1
<i>Großunternehmen</i>	100	100	100	100
Qualifikationsgruppe I	15,1	25,7	8,9	37,9
Qualifikationsgruppe II	62,4	64,5	59,9	56,2
Qualifikationsgruppe III	22,5	9,8	31,3	6,0

ifh Göttingen

Quelle: Cordes (2016: 15) auf Basis des IAB-Betriebspanels.

Qualifikationsgruppen: I (Beschäftigte für einfache Tätigkeiten, die keine Berufsausbildung erfordern); II (Beschäftigte für qualifizierte Tätigkeiten, die eine Berufsausbildung/Berufserfahrung erfordern); III (Beschäftigte für qualifizierte Tätigkeiten, die einen Hochschulabschluss erfordern)

Unternehmensgröße: Kleinunternehmen: weniger als 10 Beschäftigte und max. 2 Mio. EUR Umsatz; Kleinunternehmen: weniger als 50 Beschäftigte und max. 10 Mio. EUR Umsatz; Mittlere Unternehmen: weniger als 250 Beschäftigte und max. 50 Mio. EUR Umsatz; Großunternehmen: mindestens 250 Beschäftigte oder mehr als 50 Mio. EUR Umsatz

Konkret weist die duale Berufsausbildung unter Innovationsgesichtspunkten die folgenden fünf (potenziellen) Vorteile auf:¹⁵

- **Gemeinsame Sprache:** Beruflich qualifizierte Fachkräfte können aufgrund ihrer Ausbildung eng mit akademisch geschultem Personal interagieren. Aus der hieraus erwachsenden Nähe von FuE und Produktion ergeben sich in der betrieblichen Praxis wichtige wechselseitige Innovationsanstöße.
- **Tiefes Prozessverständnis:** Durch das praxisnahe Erfahrungswissen der beruflich Qualifizierten und ihr tiefes Verständnis der innerbetrieblichen Abläufe lassen sich die im Rahmen von Innovationsprojekten nötig werdenden Anpassungen in Produktion, Vertrieb und Organisation effizient umsetzen.
- **Inkrementelle Innovationen:** Der für beruflich Qualifizierte typische Wissenserwerb über erfahrungsbasiertes „Learning by doing and using“ befördert die kontinuierliche Verbesserung und Weiterentwicklung von bestehenden Produkten, Dienstleistungen und Prozessen. Im Ergebnis entstehen häufig Innovationen mit inkrementellen Neuheitsgrad.
- **Technologie-Transfer:** Berufliche Ausbildungsordnungen werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert und an den technologischen Fortschritt angepasst. Ausbildungsaktive Betriebe erhalten hierdurch Zugang zu neuem technologischem Wissen, insbesondere wenn sie nicht zu den Technologieführern ihrer Branchen gehören.

¹⁵ Vgl. Rammer (2013); Frietsch u.a. (2012), S. 73 f.; EFI (2014), S. 30; Backes-Gellner/Rupietta (2014).

- Diffusion von Innovationen: Eine duale Berufsausbildung befähigt Erwerbstätige zur Adoption von neuen Technologien und produktionstechnischen Organisationsmethoden. Das in der deutschen Wirtschaft – nicht zuletzt auf Grund der breiten Ausbildungsbe teiligung von KMU – breit verankerte Segment der beruflich qualifizierten Fachkräfte fördert daher die volkswirtschaftlich wichtige Verbreitung von Innovationen.

Trotz der genannten Vorteile und der Tatsache, dass die grundlegende Bedeutung von informellen Lernprozessen und personengebundenem Erfahrungswissen für die Hervorbringung von (inkrementellen) Innovationen weithin anerkannt ist, gibt es innerhalb der Innovationsforschung bislang wenige empirische Arbeiten, die den Zusammenhang zwischen beruflicher Bildung und Innovation beleuchten.¹⁶

Auf der Makroebene bildet die länderübergreifende Untersuchung von Voßkamp u.a. (2007, S. 36-41) eine Ausnahme. Deren Untersuchung bestätigt die naheliegende Vermutung, dass der Anteil höherer Bildung in einem Land (die sog Tertiärisierungsquote) im positiven Zusammenhang zu dessen technologischer Leistungsfähigkeit steht. Überraschend ist jedoch, dass sich diese Korrelation den Ergebnissen nach primär durch das berufliche Qualifizierungssegment der Meister und Techniker und nicht durch den Akademikeranteil eines Landes bestimmt. Im Hinblick auf die Hochschulabsolventen wäre das Ergebnis sicherlich anders ausgefallen, wenn bestimmte akademische Berufssegmente separat betrachtet worden wären (etwa der für technologische Innovationstätigkeiten entscheidende technisch-naturwissenschaftliche Bereich). Gleichwohl bestätigt die Untersuchung von Voßkamp u.a. (2007) noch einmal eines anschaulich: Zu den Hochqualifizierten als qualifikatorische Basis der Innovationsstärke eines Landes gehören gerade im Falle Deutschlands nicht nur Akademikerinnen und Akademiker, sondern auch die beruflich qualifizierten Experten und Spezialisten (vgl. Kapitel 2).

Mit Blick auf die Unternehmensebene ist die Analyse von Rupietta/Backes-Gellner (2015) zu nennen. Mit Hilfe von Schweizer Befragungsdaten untersucht diese Studie, ob in Unternehmen die Beteiligung an der dualen Berufsausbildung im Sinne der oben genannten Vorteile das Hervorbringen von Innovationen begünstigt. Innovationsfähigkeit wird daran gemessen, ob ein befragtes Unternehmen im dreijährigen Referenzzeitraum entweder Produkt- bzw. Prozessinnovationen eingeführt oder eigene Patente angemeldet hat. Unter Berücksichtigung einer Reihe von Kontrollmerkmalen und anderer in Frage kommender Kausalzusammenhänge findet die Studie tatsächlich Hinweise darauf, dass die Innovationsfähigkeit von ausbildenden Betrieben über derjenigen von nicht-ausbildenden Betrieben liegt. Des Weiteren liefern die Ergebnisse von Rupietta/Backes-Gellner (2015) empirische Indizien dafür, dass die duale Berufsausbildung in der Tat vor allem die Innovationsfähigkeit von kleineren Unternehmen stärkt.

¹⁶ Vgl. Toner (2010), S. 75 f.

4. FuE und Innovation im KMU-Sektor

Die besondere Rolle, welche die berufliche Bildung für die Innovationsfähigkeit von kleineren Unternehmen spielt, steht in engem Zusammenhang zu einem scheinbaren Widerspruch: Einerseits gelten KMU in der öffentlichen und wirtschaftspolitischen Diskussion immer wieder als Garant für die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft. Empirische Bestätigung findet sich hierfür im länderübergreifenden Vergleich. Demnach sind KMU aus Deutschland überdurchschnittlich häufig im Bereich von technologischen Innovationen aktiv (vgl. Tabelle 4). Andererseits entfällt auf sie jedoch nur ein geringer Anteil an den gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben. Auch im Ländervergleich schneiden KMU aus Deutschland mit Blick auf FuE-Aktivitäten nur unterdurchschnittlich ab (vgl. Tabelle 4). Dieser Befund spricht eher gegen die These einer hohen Innovationsorientierung im KMU-Sektor.¹⁷

Tabelle 4: Ländervergleich von KMU (10 bis 249 Beschäftigte) hinsichtlich interner FuE und Einführung technologischer Innovationen

FuE-Intensität (FuE-Ausgaben der KMU in Relation zum Umsatz aller KMU)		Innovationen (Anteil der KMU mit Produkt- oder Prozessinnovationen)	
Schweden	1,66 %	Deutschland	42 %
Finnland	1,42 %	Niederlande	41 %
Frankreich	1,06 %	Finnland	40 %
Niederlande	0,76 %	Schweden	40 %
Österreich	0,79 %	Italien	39 %
Deutschland	0,60 %	Österreich	36 %
Italien	0,54 %	Frankreich	32 %
Großbritannien	0,54 %	Großbritannien	28 %

ifh Göttingen

Quelle: Rammer u.a. (2016: 64-76) und EFI (2016: 32-39) auf Basis der Community Innovation Surveys.

Eine Erklärung für diesen Gegensatz ist die Tatsache, dass in Deutschland vergleichsweise viele KMU in der Lage sind, auch ohne eigene FuE zu innovieren. Unter den technologischen Innovatoren aus dem KMU-Sektor beläuft sich deren Anteil auf über 50 %.¹⁸ Der länderübergreifende Vergleich zeigt diesbezüglich, dass es sich hierbei tatsächlich um eine Besonderheit des deutschen Mittelstands handelt. Bei ebenjenen Ländern, in denen KMU eine höhere FuE-Intensität aufweisen als in Deutschland, ist der Anteil der Innovatoren ohne FuE (zum Teil erheblich) geringer.¹⁹ Unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten ist dieser Umstand von besonderem Interesse, da die nichtforschungs- und wissensintensiven Branchen und Unternehmen (meist KMU) eine wichtige und häufig unterschätzte Rolle für die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft spielen.²⁰

¹⁷ Vgl. Rammer u.a. (2016), S. 199-203.

¹⁸ Vgl. Rammer u.a. (2016), S. 87 f.; Frietsch u.a. (2015), S. 38.

¹⁹ Vgl. Rammer u.a. (2016), S. 87 f. und Tabelle 4.

²⁰ Vgl. z.B. Rammer u.a. (2010); Som u.a. (2010); Som/Kirner (2015).

Vor allem drei strukturelle Einflussfaktoren erhöhen dabei die Wahrscheinlichkeit, dass ein innovierendes Unternehmen keine eigene FuE betreibt: Je kleiner es ist, je geringer der Akademikeranteil unter seinen Beschäftigten ist und je lokaler und regionaler sich sein Absatzradius darstellt – desto eher wird auf eine Innovationsstrategie ohne eigene FuE gesetzt.²¹ Vorliegende Studien zeigen, dass es sich bei innovationsaktiven Unternehmen ohne FuE dabei keineswegs um wirtschaftlich schwache Unternehmen handeln muss. Häufig haben diese in räumlich eng abgegrenzten Märkten und in technologisch weniger dynamischen Branchen eine erfolgreiche Wettbewerbsposition inne. Innovatoren ohne FuE besitzen dabei insbesondere im Bereich von Prozessinnovationen ausgeprägte Stärken. Auch fallen sie gegenüber forschenden Innovatoren trotz fehlender FuE und geringem Akademikeranteil hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Adoption von externen technologischen Entwicklungen („Absorptionsfähigkeit“) und ihrer Fähigkeit zur Kooperation mit externen Partnern kaum zurück.²² Vor dem Hintergrund der beiden vorangegangenen Kapitel dürfte ein wichtiger Erklärungsfaktor hierfür sein, dass Beschäftigte mit beruflicher Qualifizierung eine Schlüsselrolle für die Innovationstätigkeit von Unternehmen aus den weniger FuE-intensiven bzw. nicht-FuE-aktiven Teilen des KMU-Sektors haben.

²¹ Vgl. Rammer u.a. (2010), S. 7 f.

²² Vgl. ebd., S. 7-22 und S. 176 ff.; Som u.a. (2010), S. 168-171.

5. Zur Heterogenität innovationsaktiver KMU

Um die Akademisierung im Hinblick auf die Innovationsfähigkeit von KMU zu bewerten, muss gleichzeitig berücksichtigt werden, dass es sich hierbei um eine äußerst heterogene Unternehmenspopulation handelt. Im gewerblichen Teil des KMU-Sektors reicht die Spannweite vom industriellen Mittelständler über den kleinen Handwerksbetrieb bis zum familiengeführten Dienstleistungsunternehmen – um nur drei Beispiele zu nennen. Das klassische Verständnis von Innovationsprozessen als lineare Abfolge unternehmensinterner (FuE-)Schritte kann die hieraus resultierende Vielfalt im Innovationsgeschehen nicht vollständig greifbar machen. Weitaus besser eignet sich ein systemischer Innovationsansatz, der die Bedeutung verschiedener Wissensformen anerkennt sowie die Rolle von Interaktionen und Rückkopplungen zwischen unternehmensinternen und -externen Akteuren betont.²³

Einen wichtigen konzeptionellen Bezugsrahmen bildet in diesem Zusammenhang die Gegenüberstellung zweier idealtypischer Lern- und Innovationsmodi auf der Unternehmensebene (vgl. Tabelle 5). Der „Science, Technology and Innovation (STI)-Modus“ basiert auf der Generierung und Nutzung von wissenschaftlich-technischem Wissen, das in hohem Maße kodifizierbar ist. Die Innovationstätigkeit von Unternehmen geht in diesem Fall in internen FuE-Abteilungen vonstatten. Ferner führen Kooperationen mit Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen zu wichtigen Innovationsanstößen von außen. Als Resultat stehen häufig originäre Innovationen mit hohem Neuheitsgrad. Der Akademikeranteil unter den Beschäftigten ist hier vergleichsweise hoch, weil entsprechend qualifiziertes Personal eine wichtige interne Voraussetzung zur kontinuierlichen Durchführung eigener FuE-Aktivitäten ist. Der STI-Modus ist typisch für Großunternehmen aus forschungsintensiven Branchen, aber auch für besonders innovationstarke KMU, die fortwährend eigene FuE betreiben und in ihrer Branche eine technologische Vorreiterposition innehaben.

Der DUI-Modus beschreibt die Tatsache, dass die Wissensgenese in innovationsaktiven Unternehmen stets in einem hohen Ausmaß auf Erfahrungswissen und anwendungsnahe, interaktivem Lernen beruht. Der Stellenwert, den „Learning by doing, using and interacting“ im jeweiligen Fall für das Hervorbringen von Innovationen hat, hängt davon ab, inwiefern parallel auch der STI-Modus im Unternehmen integriert ist.²⁴ In der idealtypischen Variante des DUI-Modus dominieren im Unternehmen informelle, nicht-FuE-getriebene Lernprozesse beim Hervorbringen von Innovationen (vgl. Tabelle 5). Diese entstehen aus dem normalen Produktionsprozess heraus und in enger Interaktion mit Kunden und Zulieferern. Im Ergebnis handelt es sich oft um spezifische Problemlösungen, weil sie im Zuge eines schrittweisen Optimierungsprozesses auf den jeweiligen Bedarf zugeschnitten wurden. Es sind eher inkrementelle Neuerungen, weshalb der über die Zeit akkumulierte Schatz an personen-gebundenem, praktischem Erfahrungswissen eine zentrale Rolle spielt. Daneben ist das Hervorbringen von nicht-technologischen Innovationen (d.h. Neuerungen im Organisations- und Marketingbereich) eng mit dem DUI-Modus verknüpft. Ein weiteres Merkmal des DUI-Modus ist die Tatsache, dass unter den Beschäftigten der entsprechenden Unternehmen der beruflich-betriebliche Bildungstyp stark verbreitet ist. Für die Mehrzahl der innovationsaktiven

²³ Vgl. Lundvall (1992); Nelson (1993).

²⁴ Vgl. Jensen u.a. (2007).

KMU in Deutschland (insbesondere in den weniger forschungsintensiven Branchen) dürfte ein Fokus auf den DUI-Modus – zumindest bis zu einem gewissen Grad – typisch sein.²⁵

Tabelle 5: Idealtypische Lern- und Innovationsmodi auf der Unternehmensebene

Der STI-Modus ^a	Der DUI-Modus ^b
<ul style="list-style-type: none"> • Formell organisierte Lernprozesse in eigenen FuE-Abteilungen • FuE-Kooperationen mit Wissenschaftseinrichtungen • Generierung und Nutzung wissenschaftlich-technischen Wissens mit hoher Kodifizier- und Transferierbarkeit • Technologische Innovationen haben häufig einen hohen objektiven Neuheitsgrad • Hohe Relevanz des akademischen Bildungstyps • Beispiel: Großunternehmen und besonders innovationsstarke KMU aus forschungsintensiven Branchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Informelle Lernprozesse im Rahmen anwendungsnaher Problemlösungsfindung („Innovation ohne FuE“) • Enge Interaktion mit Kunden und Lieferanten • Generierung und Nutzung erfahrungsbasierten Knowhows • Eher inkrementelle technologische Innovationen, daneben häufiger Fokus auf nicht-technologische Neuerungen im Organisations- und Marketingbereich • Hohe Relevanz des beruflich-betrieblichen Bildungstyps • Beispiel: Innovative KMU aus nicht-forschungsintensiven Branchen des Produzierenden Gewerbes / aus dem Handwerk

ifh Göttingen

Quelle: Eigene Darstellung ausgehend von Jensen u. a. (2007); Asheim/Gertler (2005); Thomä (2017).

^a Science, Technology and Innovation (STI)

^b Learning by Doing, Using and Interacting (DUI)

Beim STI/DUI-Konzept handelt es sich freilich um eine theoretische Zuspitzung. Die beiden skizzierten Modi geben einen Rahmen vor, in dem sich die Heterogenität unternehmerischer Innovationstätigkeit unter Lern- und Wissensgesichtspunkten zeigt. Empirische Hinweise liefert diesbezüglich die Untersuchung von Thomä (2017) auf Basis des Mannheimer Innovationspanels. Als STI-Indikatoren dienen hier Angaben der befragten Unternehmen zum Vorliegen eigener FuE-Aktivität und zum Rückgriff auf Patente zum Zwecke des Innovationsschutzes. Für die Erfassung des DUI-Modus verwendet die Studie Einschätzungen hinsichtlich des unternehmensinternen Vorhandenseins bestimmter innovationsrelevanter Kompetenzen. Im Zuge der Auswertung werden diese zu den DUI-Indikatoren „Personengebundenes Wissen und mitarbeiterorientiertes Innovationsmanagement“ sowie „Problemlösungsfindung über ‚trial and error‘ und Interaktion“ verdichtet.

Nach Thomä (2017) können in der deutschen Wirtschaft hinsichtlich des Vorliegens und der Kombination von STI- und DUI-Kompetenzen fünf Gruppen innovierender Unternehmen unterschieden werden. In Übereinstimmung zu den obigen Ausführungen zeigt sich hierbei, dass die Innovationstätigkeit in vielen Unternehmen ohne bzw. mit nur geringem FuE-Anteil

²⁵ Vgl. Rammer u.a. (2016); Thomä/Zimmermann (2016a), (2016b).

vonstatten geht. Erfahrungswissen und interaktive Lernprozesse, wie sie anhand der beiden erwähnten DUI-Indikatoren gemessen werden, spielen jedoch generell eine wichtige Rolle für die Innovationsfähigkeit von Unternehmen. Ferner zeigen die empirischen Ergebnisse der Studie, dass Unternehmen umso innovativer sind, je mehr sie in der Lage sind, ihre DUI-Kompetenzen mittels STI-Lernen zu ergänzen. Gleichzeitig bestätigt sich die Vermutung, dass eine alleinige Konzentration auf den DUI-Modus mit sinkender Unternehmensgröße und steigender Bedeutung des beruflich-betrieblichen Bildungstyps wahrscheinlicher wird. Der Befund aus dem vorangegangenen Kapitel, wonach deutsche KMU trotz fehlender FuE im internationalen Vergleich überdurchschnittlich häufig Innovationen einführen, erklärt sich folglich durch ihre ausgeprägten Kompetenzen im Bereich des DUI-Modus.

6. Fazit

Eine spezifische Mischung aus akademischen und beruflichen Qualifikationen ist ein prägendes Kennzeichen des deutschen Innovations- und Produktionsmodells. Auch in den forschungs- und wissensintensiven Branchen liegen die Anteile der beruflich qualifizierten Erwerbstätigen weit über denen der Akademikerinnen und Akademiker. Der beruflich-betriebliche Bildungstyp mit seiner Betonung auf personengebundenem, schwer zu formalisierendem Erfahrungswissen bildet daher eine wesentliche Grundlage für die Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft.

Vor diesem Hintergrund erklärt sich, warum hierzulande nicht nur Akademikerinnen und Akademiker zur besonders innovationsrelevanten Gruppe der Hochqualifizierten gehören. Die duale Berufsausbildung und darauf aufbauende Fortbildungen schaffen ein breites Reservoir an Erwerbstätigen, das ebenfalls in der Lage ist, komplexe Spezialistentätigkeiten und hochkomplexe Tätigkeiten zu übernehmen. Gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ist dies wichtig, weil sie zur Deckung ihres Personalbedarfs in hohem Maße am Berufsbildungssystem partizipieren. In der Folge spielen Hochqualifizierte mit nicht-akademischem Bildungsabschluss im KMU-Sektor bei der Hervorbringung von Innovationen eine Schlüsselrolle.

Die duale Berufsausbildung selbst weist unter Innovationsgesichtspunkten verschiedene Vorteile auf, die insbesondere in kleineren Unternehmen zur Entfaltung kommen. Hierzu gehört beispielsweise die Tatsache, dass Betriebe, die nicht zu den Technologieführern ihrer Branchen zählen, aufgrund der Ausbildungsaktivität wichtige technologische Anstöße von außen bekommen. In engem Zusammenhang hierzu steht eine spezifische Besonderheit des deutschen Mittelstands im internationalen Vergleich: Eine große Zahl an KMU ist hierzulande in der Lage, auch ohne eigene Forschungs- und Entwicklung (FuE) innovativ tätig zu sein. In diesen Unternehmen werden Innovationsprozesse stark durch personengebundenen Erfahrungswissen und anwendungsnahes, interaktives Lernen bestimmt. Hierdurch ergibt sich eine „andere Spielart“ des Innovierens, für die akademisch geschultes Personal (zumindest bislang) kaum eine Rolle spielt. Gleichzeitig ist klar, dass es sich in Deutschland bei den innovationsaktiven KMU um eine äußerst heterogene Gruppe handelt. So weisen vor allem solche Mittelständler einen besonders hohen Innovationserfolg auf, die in der Lage sind, ihre Kompetenzen im Bereich informeller Lernprozesse und erfahrungsbasierten Know-hows durch die Nutzung von systematisch-theoretischem Wissen, das über formelle FuE-Prozesse erworben wird, zu ergänzen.

Dies spricht einerseits für das innovationspolitische Ziel, die FuE-Basis in der Breite des deutschen Mittelstands zu erweitern.²⁶ Andererseits greift ein zu einseitiger Fokus auf eine FuE-orientierte Lern- und Innovationsweise sicherlich zu kurz, wenn es darum geht, die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit des KMU-Sektors zu stärken. Hierfür bedarf es einer erweiterten Perspektive auf das Innovationsgeschehen in KMU, welche deren ausgeprägte Stärken im Bereich des DUI-Modus („Learning by Doing, Using and Interacting“) berücksichtigt. Aus diesbezüglichen Arbeiten der Innovationsforschung ist bekannt, dass Unternehmen insbesondere dann innovativ sind, wenn sie verschiedene Lern- und Wissensformen miteinander kombinieren. Auf der Unternehmensebene kann dies etwa die innova-

²⁶ Vgl. Rammer u.a. (2016), S. 203-205.

tionsförderliche Interaktion zwischen Hochschulabsolventen und beruflich Qualifizierten meinen. In institutioneller Hinsicht bezieht sich dies jedoch zugleich auf den Kerngedanken der dualen Berufsausbildung: Die Verknüpfung von Erfahrungswissen mit systematisch-theoretischem Wissen als Grundlage zur Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz. Angesichts der hohen KMU-Prägung des deutschen Berufsbildungssystems gilt es daher, im Rahmen von Anstrengungen zur Stärkung des Innovationspotenzials von KMU stets auch den DUI-Modus im Blick zu behalten.

In diesem Sinne ist auch die Akademisierung zu bewerten. Bis zu einem gewissen Grad treibt diese zweifellos die Innovationstätigkeit im KMU-Sektor voran – weil akademisch geschultes Personal meist die Vorbedingung für den Einstieg in kontinuierliche FuE-Aktivitäten ist. Angesichts der Tatsache, dass sich insbesondere für das mittlere Qualifikationssegment der beruflich Ausgebildeten ein Fachkräfteengpass abzeichnet und zugleich das Angebot an Akademikerinnen und Akademikern wahrscheinlich weiter zunehmen wird, stellt sich allerdings die Frage, ob viele KMU in Zukunft stärker auf Hochschulabsolventen zurückgreifen werden, weil sie diese tatsächlich brauchen oder aber weil sie die benötigten beruflich qualifizierten Experten und Spezialisten nicht mehr finden können. Aus diesem Blickwinkel geht von der Akademisierung also auch eine Gefahr für die Innovationsfähigkeit von KMU aus. Maßnahmen zur Sicherung und Stärkung der Attraktivität des Berufsbildungssystems sind daher gerade aus innovationspolitischer Sicht wichtig.

7. Literatur

- Aschhoff, Birgit, Knut Blind, Bernd Ebersberger, Benjamin Fraaß, Christian Rammer und Tobias Schmidt (2007): Schwerpunktbericht zur Innovationserhebung 2005. Bericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). ZEW-Dokumentation Nr. 07-03.
- Asheim, Bjørn T. und Meric S. Gertler (2005): The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems, in: Fagerberg, Jan, David C. Mowery und Richard R. Nelson (Hrsg.), The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press, S. 291-317.
- Baethge, Martin, Heike Solga und Markus Wieck (2007): Berufsbildung im Umbruch. Signale eines überfälligen Aufbruchs, Berlin.
- Backes-Gellner, Uschi und Christian Rupiotta (2014): Duale Berufsausbildung und Innovation, in: W&B - Wirtschaft und Beruf, 66. Jahrgang, Heft 6/2014, S. 58-59.
- Böhle, Fritz (2005): Erfahrungswissen hilft bei der Bewältigung des Unplanbaren, in: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 5/2005, S. 9-13.
- Bosch, Gerhard (2012): Gefährdung der Wettbewerbsfähigkeit durch zu wenige Akademiker: Echte oder gefühlte Akademikerlücke?, in: Kuda, Eva, Jürgen Strauß, Georg Spöttl und Bernd Kaßbaum (Hrsg.): Akademisierung der Arbeitswelt: Zur Zukunft der beruflichen Bildung, Hamburg, S. 20-35.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2016): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2016. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung, Bonn.
- Cordes, Alexander (2016): Stellenbesetzung und personalpolitische Probleme in KMU - Analysen des IAB-Betriebspanels, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 7-2016, Hannover.
- Dietzen, Agnes (2008): Zukunftsorientierte Kompetenzen: wissensbasiert oder erfahrungsbasiert?, in: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 2/2008, S. 37-41.
- EFI (2014): Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), Gutachten 2014. Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Berlin.
- EFI (2016): Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), Gutachten 2016. Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Berlin.
- Frietsch, Rainer, Christian Rammer, Torben Schubert, Susanne Bühner und Peter Neuhäusler (2012): Innovationsindikator 2012. Gutachten für die Deutsche Telekom Stiftung und den Bundesverband der Deutschen Industrie, Bonn und Berlin.
- Frietsch, Rainer, Christian Rammer, Torben Schubert, Oliver Som, Marian Beise-Zee und Alfred Spielkamp (2015): Innovationsindikator 2015. Gutachten für die Acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. und den Bundesverband der Deutschen Industrie, Berlin.
- Gehrke, Birgit, Katrin John, Christian Kerst, Markus Wieck, Sandra Sanders und Gert Winkelmann (2017): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2017, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 1-2017, Berlin.

- Jensen, Morten Berg, Björn Johnson, Edward Lorenz und Bengt Åke Lundvall (2007): Forms of knowledge and modes of innovation, in: *Research Policy*, 36 (5), S. 680-693.
- Lundvall, Bengt Åke (Hrsg.) (1992): *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Maier, Tobias, Gerd Zika, Marc Ingo Wolter, Michael Kalinowski und Caroline Neuber-Pohl (2016): *Die Bevölkerung wächst – Engpässe bei fachlichen Tätigkeiten bleiben aber dennoch bestehen*, BIBB Report 3/2016.
- Nelson, Richard R. (Hrsg.) (1993): *National Systems of Innovation: A Comparative Analysis*, Oxford.
- Paulus, Wiebke und Britta Matthes (2013): *Klassifikation der Berufe, Struktur, Codierung und Umsteigeschlüssel*, FDZ-Methodenreport, 08/2013, Nürnberg.
- Pfeiffer, Sabine (2012): *Wissenschaftliches Wissen und Erfahrungswissen, ihre Bedeutung in innovativen Unternehmen und was das mit (beruflicher) Bildung zu tun hat*, in: Kuda, Eva, Jürgen Strauß, Georg Spöttl und Bernd Kaßbaum (Hrsg.): *Akademisierung der Arbeitswelt: Zur Zukunft der beruflichen Bildung*, Hamburg, S. 203-219.
- Pfeiffer, Sabine (2015): *Arbeit und Bildung*, in: Hoffmann, Reiner und Claudia Bogedan (Hrsg.): *Arbeit der Zukunft. Möglichkeiten nutzen – Grenzen setzen*. Frankfurt am Main, S. 363-379.
- Pfeiffer, Sabine und Anne Suphan (2015a): *Erfahrung oder Routine? Ein anderer Blick auf das Verhältnis von Industrie 4.0 und Beschäftigung*, in: *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 6/2015, S. 21-25.
- Pfeiffer, Sabine und Anne Suphan (2015b): *Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Working Paper 2015 #1 (draft v1.0 vom 13.04.2015)*, Universität Hohenheim, Fg. Soziologie. [online] <http://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-draft.pdf> [02.02.2017].
- Porter, Michael E. (1991): *Nationale Wettbewerbsvorteile. Erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt*, München.
- Rammer, Christian, Dirk Czarnitzki und Alfred Spielkamp (2009): *Innovation success of non-R&D-performers: substituting technology by management in SMEs*, *Small Business Economics*, Jg. 33, Heft 1, S. 35-58.
- Rammer, Christian, Christian Köhler, Martin Murmann, Agnes Pesau, Franz Schwiebacher, Steffen Kinkel, Eva Kirner, Torben Schubert und Oliver Som (2010): *Innovationen ohne Forschung und Entwicklung: Eine Untersuchung zu Unternehmen, die ohne eigene FuE-Tätigkeit neue Produkte und Prozesse einführen*. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 15-2011, Mannheim und Karlsruhe.
- Rammer, Christian (2013): *Das duale Berufsbildungssystem in Deutschland aus innovationsorientierter Perspektive*, in: *ZEWnews*, Heft Januar/Februar 2013, S. 1-2.
- Rammer, Christian, Sandra Gottschalk, Bettina Peters, Johannes Bersch und Daniel Erdsiek (2016): *Die Rolle von KMU für Forschung und Innovation in Deutschland. Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation*, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 10/2016, Mannheim.
- Rupietta, Christian und Uschi Backes-Gellner (2015): *High quality workplace training and innovation in highly developed countries*, *Swiss Leading House Working Paper No. 74*.

- Som, Oliver, Steffen Kinkel, Eva Kirner, Daniel Buschak, Rainer Frietsch, Angela Jäger, Peter Neuhäusler, Michael Nusser und Sven Wydra (2010): Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsintensiver Industrien in Deutschland – Auswirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Arbeitsbericht Nr. 140, Berlin.
- Som, Oliver und Eva Kirner (Hrsg.) (2015): Low-tech innovation. Competitiveness of the German Manufacturing Sector. Springer International Publishing, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- Thomä, Jörg und Volker Zimmermann (2016a): Innovationshemmnisse in KMU - Eine empirische Analyse unter Berücksichtigung des Handwerks, Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung, Heft 6, Göttingen.
- Thomä, Jörg und Volker Zimmermann (2016b): Innovationshemmnisse in KMU - vielfältige Hemmnisse sprechen für eine breit aufgestellte Förderpolitik, KfW Research, Fokus Volkswirtschaft, Nr. 130, Frankfurt am Main.
- Thomä, Jörg (2017): DUI mode learning and barriers to innovation – A case from Germany, in: Research Policy, 46 (7), S. 1327-1339.
- Toner, Philip (2010): Innovation and Vocational Education, in: The Economic and Labour Relations Review, 21 (2), S. 75-98.
- Voßkamp, Rainer, Heiko Nehlsen und Dieter Dohmen (2007): Höherqualifizierungs- und Bildungsstrategien anderer Länder. Studie im Rahmen der Berichterstattung zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, FiBS-Forum Nr. 36, Berlin.