



Swiss Leading House

Economics of Education • Firm Behaviour • Training Policies

Working Paper No. 200

Berufliche Bildung als Innovationstreiber: Ein lange vernachlässigtes Forschungsfeld

Uschi Backes-Gellner und Patrick Lehnert



Universität Zürich
IBW – Institut für Betriebswirtschaftslehre

u^b

^b
**UNIVERSITÄT
BERN**

Working Paper No. 200

Berufliche Bildung als Innovationstreiber: Ein lange vernachlässigtes Forschungsfeld

Uschi Backes-Gellner und Patrick Lehnert

August 2022

Published as: "Berufliche Bildung als Innovationstreiber: Ein lange vernachlässigtes Forschungsfeld." *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 24(2023)1: 85-97. By Uschi Backes-Gellner and Patrick Lehnert.

DOI: <https://doi.org/10.1515/pwp-2022-0036>

Die Discussion Papers dienen einer möglichst schnellen Verbreitung von neueren Forschungsarbeiten des Leading Houses und seiner Konferenzen und Workshops. Die Beiträge liegen in alleiniger Verantwortung der Autoren und stellen nicht notwendigerweise die Meinung des Leading House dar.

Discussion Papers are intended to make results of the Leading House research or its conferences and workshops promptly available to other economists in order to encourage discussion and suggestions for revisions. The authors are solely responsible for the contents which do not necessarily represent the opinion of the Leading House.

The Swiss Leading House on Economics of Education, Firm Behavior and Training Policies is a Research Program of the Swiss State Secretariat for Education, Research, and Innovation (SERI).

www.economics-of-education.ch

Berufliche Bildung als Innovationstreiber: Ein lange vernachlässigtes Forschungsfeld

Uschi Backes-Gellner* und Patrick Lehnert

Universität Zürich

Zusammenfassung: Länder mit einer starken Betonung der beruflichen Bildung in ihren Bildungs- und Innovationssystemen, wie beispielsweise Deutschland und die Schweiz, zählen seit Jahren zu den innovativsten Ländern der Welt. Gleichzeitig konstatiert internationale Innovationsforschung, dass ein hoher Akademisierungsgrad (und damit gerade nicht die berufliche Bildung) unabdinglich ist für starke Innovationsleistungen. Wie lässt sich dieser Widerspruch erklären? Dieser Beitrag zeigt anhand einer Aufarbeitung neuester Forschungserkenntnisse, warum die deutschsprachigen Länder nicht trotz, sondern gerade auch wegen ihres Berufsbildungssystems hochinnovativ sind. Zu den erforderlichen institutionellen Rahmenbedingungen für diesen Effekt gehören dabei die zukunftsorientierte Gestaltung und Aktualisierung von Berufsausbildungscurricula, die Vermittlung von breiten beruflichen (statt engen betriebsspezifischen) Kompetenzen in dualen Berufsausbildungsprogrammen, ein durchlässiges Bildungssystem mit attraktiven Karrierepfaden sowie eine Verknüpfung von tertiärer beruflicher Bildung und angewandter Forschung.

Abstract: Countries with a strong emphasis on vocational education in their education and innovation systems, such as Germany and Switzerland, have been among the most innovative countries for years. At the same time, international innovation research argues that a large percentage of academic graduates (rather than vocational education graduates) is indispensable for strong innovation performance. How can this contradiction be explained? This article reviews the latest research findings to show why German-speaking countries are highly innovative not in spite of but because of their strong vocational education systems. Necessary institutional framework conditions for this effect include the future-oriented design and updating of vocational training curricula, the teaching of broad vocational (rather than narrow firm-specific) skills in dual vocational education and training programs, a permeable education system with attractive career paths, and a link between tertiary vocational education and applied research.

JEL-Klassifikation: D02, I21, I23, I28, J24, J62, M53, O15, O31, O38

Schlüsselwörter: Berufliche Bildung, duale Berufsausbildung, Bildungssystem, Curricula, Fachhochschulen, Innovation

***Kontaktperson:** Uschi Backes-Gellner, Universität Zürich, Lehrstuhl für Business and Personnel Economics, Plattenstrasse 14, CH-8032 Zürich, E-Mail: backes-gellner@business.uzh.ch

1 Innovation durch berufliche Bildung: Ein Paradoxon?

Seit vielen Jahren nehmen Deutschland und die Schweiz Spitzenplätze in internationalen Innovationsranglisten ein und lassen dabei sowohl etablierte (z.B. Großbritannien, USA) als auch aufstrebende Volkswirtschaften (z.B. China, Indien) hinter sich (z.B. Dutta et al. 2021, European Commission 2021, Jamrisko, Lu und Tanzi 2021). Dagegen stellen sowohl Deutschland als auch die Schweiz im internationalen Vergleich eher ein Schlusslicht dar beim Anteil an Individuen mit akademischem Abschluss und weisen stattdessen einen hohen Anteil an beruflich qualifizierten Fachkräften (also an Personen mit einer dualen Berufsausbildung) auf (Expertenkommission Forschung und Innovation 2014, OECD 2014). Basierend auf traditionellen Analysen angelsächsischer Innovationsforschung (z.B. Aghion, Akcigit und Howitt 2014, Krueger und Kumar 2004, Vandenbussche, Aghion und Meghir 2006) stellt dies ein Paradoxon dar, da nach diesen Analysen Spitzenplätze in Innovation nur durch einen hohen Anteil an Individuen mit akademischem Abschluss auf Tertiärstufe (also mit Universitätsabschluss) generierbar seien. Beruflich qualifizierte Fachkräfte trügen dagegen mit ihren begrenzten mittleren Qualifikationen nicht wesentlich zu Innovationen an der Spitze bei. Wie lässt sich also dieses Paradoxon auflösen und was kann neuere Forschung, insbesondere aus dem nicht-angelsächsischen Raum, dazu beisteuern?

Im vorliegenden Beitrag stellen wir unterschiedliche Forschungsstränge und aktuelle empirische Befunde vor, die helfen zu erklären, wie und unter welchen institutionellen Rahmenbedingungen berufliche Bildung einen Beitrag zu Innovationen und damit zu Spitzenpositionen in internationalen Innovationsrankings leisten kann. Es lassen sich im Wesentlichen vier institutionelle Randbedingungen identifizieren, die in neueren wissenschaftlichen Beiträgen empirisch untersucht und im Folgenden zusammenfassend dargestellt werden.¹ Erstens sind es Institutionen, die die Art der Curriculumentwicklung und der systematischen Aktualisierung der Berufsausbildung

¹ Backes-Gellner und Pfister (2019) arbeiten erstmals systematisch und ausführlich die institutionellen Rahmenbedingungen für den Beitrag der Berufsbildung zu Innovation für die Schweiz heraus; Backes-Gellner und Lehnert (2021) fassen wichtige Befunde in einem englischsprachigen Beitrag für die *Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance* zusammen. Der hier vorliegende Beitrag stellt ausgehend von diesen Arbeiten den aktuellen Stand der bildungs- und innovationsökonomischen Forschung zum Zusammenhang zwischen Berufsbildung und Innovation dar, fasst die wichtigsten Methoden und Ergebnisse zusammen, verweist auf neuere Literatur und weitere Details und weist auf aktuelle Forschungslücken hin.

unter Beteiligung der am Arbeitsmarkt relevanten Akteure sicherstellen – und zwar insbesondere unter breiter Beteiligung innovativer Betriebe. Zweitens (und damit zusammenhängend) regeln solche Institutionen durch verbindliche Curricula die Art der in einer Berufsausbildung vermittelten Kompetenzen, die – entgegen den im angelsächsischen Raum üblichen betriebsspezifischen und engen Qualifikationen – viel breitere, vielseitig einsetzbare und zukunftsorientierte berufliche Qualifikationen darstellen. Diese stellen drittens auch eine hohe Durchlässigkeit des Bildungssystems und die daraus resultierende Flexibilität und Mobilität der Arbeitskräfte, inklusive der Ermöglichung vielfältiger Bildungskarrieren und gut begehrter Aufstiegswege, sicher. Viertens ist im Bildungssystem essentiell, dass berufliche Bildung mit einer anwendungsorientierten tertiären Ausbildung verbunden ist, also dass beispielsweise Berufsabsolvent*innen über die Etablierung von Fachhochschulen ein solcher Aufstiegsfeld und Unternehmen damit eine für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten attraktive Personalressource geboten wird.

Im Folgenden stellen wir, nach einer kurzen Charakterisierung der für das Verständnis der Innovationswirkung wesentlichen Grundlagen der dualen Berufsausbildung in Deutschland (ergänzend und fallweise auch in der Schweiz), neuere Forschungsergebnisse zur Wirkung der oben genannten institutionellen Rahmenbedingungen auf Innovationen ausführlich dar. Daneben weisen auch Studien aus anderen Ländern darauf hin, dass berufliche Bildung durchaus Potenziale hat als Innovationstreiber zu wirken (z.B. Albizu et al. 2017 für Spanien, Lewis 2020 für Großbritannien, Lund und Karlsen 2020 für Norwegen, Toner 2010 für Australien). Da sich die (Berufs-)Bildungssysteme dieser Länder grundlegend von denen in Deutschland und der Schweiz unterscheiden, fokussieren wir uns im vorliegenden Beitrag jedoch auf den Einfluss der dualen Berufsbildung, wie sie im deutschsprachigen Raum etabliert ist, auf Innovation.

2 Grundlegende Charakteristika der dualen Berufsausbildung

Ausbildungen im Rahmen der dualen Berufsbildung in Deutschland (beziehungsweise der beruflichen Grundbildung in der Schweiz) beginnen typischerweise Schüler*innen nach Abschluss der Sekundarstufe I, also im Alter von etwa 15 bis 16 Jahren. Daneben starten in Deutschland auch zunehmend Abiturient*innen eine duale

Berufsausbildung anstelle eines Studiums (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020). Um eine Ausbildungsstelle zu erhalten, bewerben die Schüler*innen sich bei einem Ausbildungsbetrieb, wobei das Bewerbungsverfahren für Ausbildungsplätze grundlegend dem Bewerbungsverfahren für reguläre Arbeitsplätze entspricht, also beispielsweise die Erstellung von Bewerbungsunterlagen und die Teilnahme an Auswahlgesprächen beinhaltet. Bereits in diesem Bewerbungsverfahren sammeln zukünftige Auszubildende also eine erste wertvolle Arbeitsmarkterfahrung.

Duale Berufsausbildungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie systematisch die beiden Lernorte Betrieb und Schule kombinieren und Ausbildungsinhalte gemäß einem offiziellen und verbindlichen Curriculum vermitteln. Ausbildungsorte sind einerseits Betriebe (in der Regel drei bis vier Tage pro Woche) sowie andererseits Berufsschulen (in der Regel ein bis zwei Tage pro Woche) und überbetriebliche Ausbildungszentren. In der dualen Berufsbildung wird in beiden Ländern ein sehr großer Anteil eines Altersjahrgangs ausgebildet, auch wenn seit mehreren Dekaden – insbesondere in Deutschland – die Anteile langsam aber kontinuierlich zurückgehen. In Deutschland liegen sie heute knapp unter 50 Prozent, während sie noch in den sechziger Jahren bei über 90 Prozent lag (Expertenkommission Forschung und Innovation 2014, Statistisches Bundesamt 2019). Dagegen durchlaufen auch heute noch ca. 70 Prozent der Schweizer Jugendlichen eine berufliche Grundbildung, die damit über die vergangenen Dekaden nur sehr wenig zurückgegangen ist und eine immer noch vergleichsweise hohe Attraktivität aufweist (Bundesamt für Statistik 2021).

Die Attraktivität beruht unter anderem auf sehr guten kurzfristigen Arbeitsmarktaussichten, aber vor allem auch auf vielfältigen Aufstiegskanälen für Berufsausbildungsabsolvent*innen auf der Tertiärstufe. Diese Aufstiegskanäle stellen damit insbesondere aufgrund des jungen Eintrittsalters in eine duale Berufsausbildung eine wichtige Komponente des Berufsbildungssystems dar. In der Schweiz sind dies neben der höheren Berufsbildung vor allem die in den neunziger Jahren neugegründeten Fachhochschulen, deren Studierende schwerpunktmäßig Berufsbildungsabsolvent*innen sind (vgl. Lepori und Müller 2016, Pfister 2017, Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung 2018). Eine ähnliche Rolle hatten anfänglich auch die Fachhochschulen in Deutschland, die allerdings zunehmend auch auf Studierende ohne Berufsbildung fokussieren (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020, Key und Seeßelberg 2012, Middendorf et al. 2012, Stoll 2009).

Neuere empirische Untersuchungen haben dabei detailliert herausgearbeitet, welche Konsequenzen die so beschriebenen Berufsbildungssysteme für die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft haben und auf welchen institutionellen Voraussetzungen diese Wirkung basiert bzw. welche Mechanismen am Werk sind. Zentrale Studien werden im Folgenden in ihren wesentlichen Ergebnissen zusammengefasst.

3 Systematische Curriculumentwicklung, zukunftsorientierte Curriculumaktualisierung und Diffusion von Innovationen

Zum längerfristigen Innovationsbeitrag des dualen Berufsbildungssystems trägt erstens die kontinuierliche Aktualisierung und Neuentwicklung von Berufsbildungscurricula bei (z.B. Backes-Gellner 1996, Janssen und Mohrenweiser 2018, Rupietta und Backes-Gellner 2019b, Schultheiss und Backes-Gellner 2021).² Dabei sind, wie Backes-Gellner und Pfister (2019) herausarbeiten, drei Kriterien des Gestaltungsprozesses von zentraler Bedeutung für die Diffusion von Innovationen (z.B. technologische oder organisatorische Produkt- oder Prozessinnovationen) durch Berufsbildung: die Verbindlichkeit der Curricula auf nationaler Ebene, die regelmäßige und institutionalisierte Aktualisierung der Curricula sowie die Einbindung aller für den Arbeitsmarkt relevanten Interessengruppen (Arbeitgebervertretungen, Arbeitnehmervertretungen, Bund und Länder) in den Curriculumentwicklungs- und -aktualisierungsprozessen.

Das national gültige Berufsbildungsgesetz liefert hierfür die rechtliche Grundlage in Deutschland. Es regelt den Prozess der Entwicklung und Aktualisierung von Berufsausbildungscurricula, die für alle ausbildenden Betriebe deutschlandweit und damit auch für den betrieblichen Teil der dualen Berufsausbildung verbindlich definiert sind. Ebenso obliegt die Abnahme der Prüfungen für den betrieblichen Teil der dualen Berufsausbildung den Berufsverbänden (Kammern), sodass eine Einhaltung der Curricula durch die Betriebe sichergestellt ist.

Die so entstehende Einheitlichkeit in den Inhalten dualer Berufsausbildungsprogramme stellt sicher, dass alle Betriebe unabhängig von ihrer eigenen Innovati-

² Siehe Bundesinstitut für Berufsbildung (2017) für eine detaillierte Beschreibung der gesetzlichen und institutionellen Rahmenbedingungen des Prozesses zur Entwicklung und Aktualisierung von Berufsbildungscurricula.

onsstärke und Größe im Prinzip dieselben aktuellen Ausbildungsinhalte vermitteln. Somit können einerseits an der Forschungsfront agierende Betriebe ihre Auszubildenden optimal in moderne Arbeitsprozesse einbinden. Andererseits haben auch Betriebe weit ab von der Forschungsfront, die also selbst weniger innovativ sind, die Verpflichtung, ihren Auszubildenden die Fähigkeiten zur Anwendung neuester Technologien zu vermitteln. Hierdurch wird eine Verbreitung neuer, innovativer Technologien oder Prozesse in ausbildenden Betrieben beschleunigt, wie Schultheiss und Backes-Gellner (2021) am Beispiel der Integration von Computerized Numerical Control (CNC), Computer-Aided Design (CAD) und Desktop Publishing in Schweizer Berufsausbildungscurricula systematisch aufzeigen. Auch Betriebe, die selbst nicht ausbilden, können im Nachgang zu den Ausbildungen durch die Beschäftigung von Absolvent*innen von aktuellen Kompetenzen profitieren, sodass die Verbreitung von Innovationen zusätzlich beschleunigt wird (Schultheiss und Backes-Gellner 2021).

Um die Aktualität der Ausbildungsinhalte und somit die Diffusion von technologischen Entwicklungen zu gewährleisten, muss den neuesten technologischen Entwicklungen durch regelmäßige Revisionen der entsprechenden Curricula regelmäßige Rechnung getragen werden (Backes-Gellner und Pfister 2019, Rupietta und Backes-Gellner 2019b, Rupietta, Meuer und Backes-Gellner 2021). Im System der Berufsausbildung in Deutschland findet eine Revision statt, wenn einer der am Aktualisierungsprozess beteiligten Akteure (z.B. innovative Betriebe oder Berufsverbände) einen Aktualisierungsbedarf identifiziert hat und einen entsprechenden Prozess anstößt.³

Aktualisierungen können dabei grundsätzlich unterschiedliche Formen annehmen. Im einfachsten Fall werden wie in der oben genannten Fallstudie von Müller und Kohl (2014) (siehe Infobox 1) im Curriculum eines bestehenden Ausbildungsberufs neue Inhalte ergänzt und gegebenenfalls obsoleete Inhalte gestrichen. Im Falle radikaler technologischer Veränderungen können aber auch mehrere spezialisierte Ausbildungsberufe, deren Charakteristika sich aufgrund der technologischen Veränderungen angeglichen haben, zu einem Ausbildungsberuf zusammengefasst werden (wie beispielsweise bei den Aktualisierungen der Metall- und Elektroberufe in den achtziger Jahren, vgl. Backes-Gellner 1996) oder es können komplett neue Ausbildungsberufe entstehen (wie beispielsweise bei der Schaffung von IT-Berufen Ende

³ Auch in der Schweiz finden ähnliche Prozesse etwa alle fünf Jahre statt.

der neunziger Jahre, vgl. Bundesinstitut für Berufsbildung 2013). Nur durch diese regelmäßigen Aktualisierungen von Berufsausbildungscurricula kann sichergestellt werden, dass sich neueste Technologien auch in weniger innovativen Betrieben zügig verbreiten (z.B. Schultheiss und Backes-Gellner 2021, Rupietta und Backes-Gellner 2019b) und dass Berufsausbildungsabsolvent*innen durch die Vermittlung von dem aktuellen technologischen Stand entsprechenden Kompetenzen längerfristig beschäftigungs- und innovationsfähig sind. Für die Aufnahme neuester technologischer Entwicklungen in Berufsausbildungscurricula und damit für den Beitrag der dualen Berufsausbildung zu Innovationen ist, wie oben genannte Fallbeispiele andeuten, insbesondere die Einbindung an der Forschungsfront agierender Betriebe bedeutsam.

Aktualisierungen können dabei grundsätzlich unterschiedliche Formen annehmen. Im einfachsten Fall werden wie in der oben genannten Fallstudie von Müller und Kohl (2014) (siehe Infobox 1) im Curriculum eines bestehenden Ausbildungsberufs neue Inhalte ergänzt und gegebenenfalls obsoleete Inhalte gestrichen. Im Falle radikaler technologischer Veränderungen können aber auch mehrere spezialisierte Ausbildungsberufe, deren Charakteristika sich aufgrund der technologischen Veränderungen angeglichen haben, zu einem Ausbildungsberuf zusammengefasst werden (wie beispielsweise bei den Aktualisierungen der Metall- und Elektroberufe in den achtziger Jahren, vgl. Backes-Gellner 1996) oder es können komplett neue Ausbildungsberufe entstehen (wie beispielsweise bei der Schaffung von IT-Berufen Ende der neunziger Jahre, vgl. Bundesinstitut für Berufsbildung 2013). Nur durch diese regelmäßigen Aktualisierungen von Berufsausbildungscurricula kann sichergestellt werden, dass sich neueste Technologien auch in weniger innovativen Betrieben zügig verbreiten (z.B. Schultheiss und Backes-Gellner 2021, Rupietta und Backes-Gellner 2019b) und dass Berufsausbildungsabsolvent*innen durch die Vermittlung von dem aktuellen technologischen Stand entsprechenden Kompetenzen längerfristig beschäftigungs- und innovationsfähig sind. Für die Aufnahme neuester technologischer Entwicklungen in Berufsausbildungscurricula und damit für den Beitrag der dualen Berufsausbildung zu Innovationen ist, wie oben genannte Fallbeispiele andeuten, insbesondere die Einbindung an der Forschungsfront agierender Betriebe bedeutsam.

Infobox 1: Neuordnung von Berufsbildern als Beispiel für den Curriculumaktualisierungsprozess

Wie ein Prozess zur Aktualisierung von Berufsausbildungscurricula vonstattengehen kann, zeigen Müller und Kohl (2014) am Beispiel der Neuordnung der Berufsbilder Kfz-Mechatroniker*in und Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker*in, die die erstmals zur Produktion und Wartung von Elektrofahrzeugen notwendigen sicherheitsrelevanten Bedingungen des Arbeitens im Bereich der Hochvolttechnik neu in die Curricula aufgenommen hat. Da weder ausbildende Betriebe noch berufliche Schulen oder überbetriebliche Ausbildungsstätten zum Zeitpunkt der Neuordnung bereits über geeignete didaktisch-methodische Konzepte oder Lehrmaterialien verfügten, um das neue Thema in die Ausbildungspraxis zu integrieren, wurden die Inhalte und Lehrmaterialien seit 2013 im Rahmen eines Pilotprojektes (Standardisiertes Qualifizierungskonzept zur Integration der Hochvolttechnik in die duale Berufsausbildung) gemeinsam durch das Bildungswesen der AUDI AG und das Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (f-bb) entwickelt. Innerhalb von drei Jahren entwickelte dieses Projekt ein Qualifizierungskonzept, das die erforderlichen Kompetenzen für ein verantwortungsbewusstes Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen (bis zu 1000 Volt im Vergleich zu vorher üblichen 12 Volt) in der beruflichen Erstausbildung integriert. Ziel des Projektes war es, neue Arbeitsanforderungen, die sich aus dem Einsatz von Hochvolttechnik im Fahrzeug ergeben, inhaltlich und didaktisch-methodisch so aufzubereiten, dass sie in die Ausbildungspraxis der relevanten Kfz-Berufe eingebaut werden können. Im Rahmen des Pilotprojektes wurde das Konzept zudem exemplarisch mit in Ausbildung befindlichen Kfz-Mechatroniker*innen bei der AUDI AG erprobt und evaluiert. Das entstandene Qualifizierungskonzept war auf die Entwicklungs- und Produktionsanforderungen von Hochvoltfahrzeugen abgestimmt und wurde inklusive der zugehörigen Lehr- und Lernmedien den ausbildenden Automobilherstellungs- und -zulieferbetrieben sowie dem Unterrichtspersonal der Berufsschulen nach Projektende zur Verfügung gestellt.⁴

Im Detail zeigen empirische Befunde zur Innovationswirkung der Gestaltung von Berufsausbildungscurricula folgende positiven Innovationswirkungen. Backes-Gellner (1996) weist erstmals die technologische Diffusionswirkung aktualisierter Berufsausbildungscurricula nach. Sie zeigt, dass die Aufnahme von CNC in die Curricula der Metallberufe in den achtziger Jahren die Verbreitung dieser Technologie in Deutschland im Vergleich zu England, Frankreich und Luxemburg beschleunigte und dass die Vorteile der Technologie (beispielsweise Werkstattprogrammierung am Arbeitsplatz statt Programmierung im Back-office) sehr viel intensiver zum Tragen ka-

⁴ Für weitere Details vgl. Müller und Kohl (2014). Darüber hinaus führen Backes-Gellner und Pfister (2019) zwei Fallstudien für die Schweiz durch, wo der Gestaltungs- und Aktualisierungsprozess sehr ähnlich organisiert ist. Konkret analysieren sie die Aktualisierung von Curricula in der Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie sowie im Bereich Zahntechnik. Dabei beschreiben sie den konkreten Ablauf des Aktualisierungsprozesses, die dabei entstehenden Herausforderungen und die Rollen der verschiedenen Interessengruppen im Detail.

men. Ähnlich wirkte die Einführung der IT-Berufe Ende der neunziger Jahre auf die Digitalisierung in deutschen Firmen (Backes-Gellner 2017, Bundesinstitut für Berufsbildung 2013). Studien in der Schweiz zeigen weiterhin, dass Aktualisierungen von Curricula die Innovationserfolge (gemessen an Produkt- und Prozessinnovationen) ausbildender Betriebe erhöhen (Rupietta und Backes-Gellner 2019b) und die Diffusion neuer Technologien (CNC, CAD, und Desktop Publishing) insbesondere in kleinen und bis dato weniger innovativen Betrieben fördern (Schultheiss und Backes-Gellner 2021).

4 Vermittlung von breiten beruflichen Kompetenzen, Anpassungsfähigkeit der Arbeitskräfte, Durchlässigkeit des Bildungssystems und Innovation

Wie Innovationsstudien immer wieder belegen, muss für hohe Innovationen aber auch eine breite und ausreichend hohe Partizipationsbereitschaft der individuellen Arbeitnehmer*innen gegeben sein, die wiederum vom Berufsbildungssystem und seiner Einbettung in das gesamte Bildungssystem befördert werden kann. Die durch eine duale Berufsausbildung erlangten Kompetenzen müssen also für (zukünftige) Arbeitnehmer*innen eine längerfristig attraktive und flexibel einsetzbare Form von Humankapital darstellen, sodass eine sich aufgrund von Innovationen ändernde Qualifikationsnachfrage verarbeitet werden kann.

Die Flexibilität und Mobilität beruflich qualifizierter Arbeitskräfte kann dabei durch neuere empirische Studien gut untermauert werden. Diese haben folgende konkrete Auswirkungen auf längerfristige Arbeitsmarktaussichten und die Mobilität von Arbeitskräften in Bildungssystemen mit dualer Berufsbildung herausgearbeitet. Eine Studie von Chuard-Keller und Grassi (2021) zeigt beispielsweise, dass die Schweiz eine im internationalen Vergleich hohe Einkommensmobilität aufweist und dass dies unter anderem auf eine hohe Durchlässigkeit des (Berufs-)Bildungssystems ausgehend von einer beruflichen Grundbildung zurückgeführt werden kann. Ein Bündel an Studien zu den längerfristigen Arbeitsmarktaussichten von unterschiedlichen Berufen zeigt zudem wichtige Trade-offs auf, die die Individuen je nach eigenen Präferenzen für sich nutzen können. Während Absolvent*innen aus spezifischen (Berufs-)Ausbildungen höhere Löhne erzielen, solange sie im erlernten Beruf bleiben, weisen Absolvent*innen von weniger spezifischen (Be-

rufs-)Ausbildungen, das heißt solche mit breiter einsetzbaren Kompetenzbündeln, eine höhere Flexibilität auf, können also ihre Berufe leichter ohne Einkommensverluste wechseln und sind dadurch längerfristig einem niedrigeren Arbeitsloskeitsrisiko ausgesetzt (Eggenberger, Rinawi und Backes-Gellner 2018, Geel, Mure und Backes-Gellner 2011, Rinawi und Backes-Gellner 2021). Der Spezifitätsgrad des Kompetenzbündels eines Berufs bestimmt damit auch die Anpassungsfähigkeit von Arbeitskräften an externe ökonomische Entwicklungen (z.B. technologische Innovationen, Handelsschocks) wie Eggenberger, Janssen und Backes-Gellner (2022) in einer Kausalanalyse für Deutschland aufzeigen. Dabei profitieren Absolvent*innen sehr spezifischer Ausbildungsprogramme stärker von positiven Schocks (beispielsweise bei zunehmenden Exporten aufgrund von stärker globalisierten Handelsströmen), im Gegenzug sind sie aber auch der Gefahr höherer Lohnverluste bei negativen Schocks (beispielsweise aufgrund zunehmender Importe) ausgesetzt (Eggenberger, Janssen und Backes-Gellner 2022; vgl. außerdem Kiener, Eggenberger und Backes-Gellner 2022 für eine Analyse zu den Auswirkungen im Kontext zunehmender Digitalisierung in der Schweiz).

Eine Stärke der dualen Berufsausbildung ist also, dass Absolvent*innen je nach Beruf und je nach Präferenzen mit einer dualen Berufsausbildung ein breites und zukunftsfähiges Kompetenzbündel erwerben. Dieses enthält berufliche (also nicht betriebsspezifische oder nur in einem engen Arbeitsplatzumfeld einsetzbare) Kompetenzen, die zudem auch auf ein breites Spektrum an Nachbarberufen übertragbar sind (vgl. Eggenberger, Janssen und Backes-Gellner 2022, Eggenberger, Rinawi und Backes-Gellner 2018). Wie Bierhoff und Prais schon 1997 in einem Ländervergleich gezeigt haben, können die berufsspezifischen Kompetenzen sogar auch das Niveau tertiärer Ausbildungsgänge in angelsächsischen Ländern erreichen (zum Beispiel mathematische Kompetenzen in technischen Berufen), was aber in der bildungspolitischen Diskussion oft verkannt wird.

Die Kompetenzen werden im dualen Berufsbildungssystem zudem durch die Einbindung in reguläre Arbeitsabläufe im Ausbildungsbetrieb vermittelt und umfassen dadurch beispielsweise auch übergeordnete organisatorische und soziale Kompetenzen wie Projektorganisation, Budgetierung, Zielorientierung und grundlegende IT-Kenntnisse (z.B. Backes-Gellner und Pfister 2019, Kiener, Gnehm und Backes-Gellner 2020, Mühlemann und Wolter 2014, Ryan, Gospel und Lewis 2007). Hinzu kommen in den Ausbildungscurricula festgeschriebene soziale und überfachliche

Kompetenzen wie beispielsweise Kommunikation, Teamfähigkeit, Selbstorganisation und Fremdsprachenkenntnisse (Backes-Gellner und Pfister 2019).

Neben den curricularen Kompetenzen wirkt sich die duale Berufsausbildung außerdem positiv auf Persönlichkeitsmerkmale und nichtkognitive Fähigkeiten wie Bewältigungsstrategien und Durchhaltevermögen aus (Bolli und Hof 2018, Hoeschler, Balestra und Backes-Gellner 2018). Darin unterscheiden sich Berufsausbildungsprogramme systematisch auch von rein akademischen Studiengängen an Universitäten, die stark auf theoretisches Grundlagenwissen fokussieren und weniger auf organisatorische, soziale oder persönliche Kompetenzentwicklung ausgerichtet sind.

Diese Kombination an breiten beruflichen, organisatorischen und sozialen Kompetenzen einer dualen Berufsausbildung ermöglicht ihren Absolvent*innen nicht nur einen nahtlosen Übergang in den Arbeitsmarkt nach Abschluss der Ausbildung, sondern fördert auch die längerfristige Beschäftigungs- und Adaptionfähigkeit an zukünftige Entwicklungen und unterstützt damit tendenziell die Innovationsfähigkeit und Innovationsbereitschaft der Arbeitskräfte.⁵ Das Absolvieren einer dualen Berufsausbildung ist für Individuen also eine vergleichsweise zukunftsichere Humankapitalinvestition, die auch auf sich stark wandelnde technologische oder wirtschaftliche Rahmenbedingungen vorbereitet. Je nach individueller Präferenz können Individuen dabei eine Risiko-Ertrags-Abwägung zwischen Berufen mit spezifischeren gegenüber solchen mit generelleren Ausbildungsprogrammen treffen.

Zur Innovationsfähigkeit und zur Attraktivität der dualen Berufsausbildung aus Sicht der Absolvent*innen gehört auch, dass ihnen im Rahmen einer durchlässigen Gestaltung des Bildungssystems vielfältige Bildungskarrieren offen stehen (zum Beispiel durch konsekutive Weiterbildungen, Zusatzqualifikationen oder wohldefinierte Übergänge zu tertiären Bildungsgängen).⁶ Eine wichtige Rolle spielen dabei insbe-

⁵ Diese berufliche Handlungsfähigkeit ist auch als Ziel im Berufsbildungsgesetz enthalten (Bundesinstitut für Berufsbildung 2017).

⁶ Dabei bestehen Aufstiegsmöglichkeiten grundsätzlich im Bereich höherer Berufsbildung (zum Beispiel Techniker- und Meisterabschlüsse) oder im akademischen Sektor. In der Schweiz ist die höhere Berufsbildung dem Bereich Tertiär B (der zusammen mit dem die Universitäten und Fachhochschulen umfassenden Bereich Tertiär A die Tertiärstufe des Bildungssystems bildet) zugeordnet. Eine Vielzahl empirischer Studien zeigt, dass sich das Absolvieren einer höheren Berufsbildung im Anschluss an eine duale Berufsausbildung lohnt – und mitunter auch im Vergleich zu universitärer Ausbildung vorteilhaft ist (z.B. Cattaneo 2011, Balestra und Backes-Gellner 2017, Pfister, Tuor Sartore und Backes-Gellner 2017, Wolter und Weber 1999). In Deutschland sind Techniker- oder Meisterabschlüsse nicht dem tertiären Bildungssektor zugeordnet, wodurch die berufliche Bildung in der gesellschaftlichen Wahrnehmung eine weniger prestigeträchtige Rolle innehat (vgl. Hippach-Schneider 2018).

sondere die Fachhochschulen, die mit dem Ziel gegründet wurden, ambitionierten Berufsausbildungsabsolvent*innen auf sie abgestimmte Aufstiegsmöglichkeiten bereitzustellen und eine Verbindung zu anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung herzustellen. Durch diese Neukombination von Wissen können Berufsausbildungsabsolvent*innen mit anschließendem Fachhochschulstudium einen signifikanten Beitrag zu Innovationen leisten (vgl. hierzu ausführlich Abschnitt 5). Daneben ist ein Fachhochschulstudium aus individueller Sicht attraktiv, da es sich neben den erzielbaren Löhnen auch positiv auf kognitive Fähigkeiten und physische Gesundheit auswirken kann (Kamhöfer, Schmitz und Westphal 2019).

Empirische Befunde belegen zudem, dass Absolvent*innen einer dualen Berufsausbildung einen zentralen Baustein in der Humankapitalkomposition von Betrieben darstellen und dass sie in den Betrieben sowohl zu inkrementellen als auch zu radikalen Innovationen beitragen (Bolli, Renold und Wörter 2018, Meuer, Rupietta und Backes-Gellner 2015, Rupietta und Backes-Gellner 2019a). Dabei nehmen Berufsausbildungsabsolvent*innen eine wichtige Schnittstelle zwischen akademisch gebildeten Universitätsabsolvent*innen und geringqualifizierten Arbeitskräften ein und generieren dadurch einen Wissenstransfer in beide Richtungen (Backes-Gellner, Rupietta und Tuor Sartore 2017, Teuber, Backes-Gellner und Ryan 2016). Die Bedeutung von Berufsausbildungsabsolvent*innen auf Sekundarstufe II und Tertiärstufe für den Innovationsprozess belegen auch sehr eindrücklich Fallstudien in Schweizer Betrieben (vgl. Backes-Gellner und Pfister 2019 und Infobox 2).⁷

Infobox 2: Exemplarische Fallstudie zum Innovationsbeitrag der Berufsbildung in hochinnovativen Betrieben

Als sehr anschauliches Beispiel für den Beitrag der Berufsbildung zu Innovationsprozessen kann eine Fallstudie von Novartis herangezogen werden (Backes-Gellner und Pfister 2019, S. 50ff). Als global tätiges und hochinnovatives Pharmaunternehmen erwirtschaftet Novartis weltweit einen Jahresumsatz von circa 50 Milliarden US-Dollar. Es bildet an seinem Hauptsitz in Basel nahezu 300 Auszubildende aus, wobei vor allem die Ausbildungen zu Chemie- und Biologielaborant*innen im Innovationsprozess zentral sind. Lernende und Absolvent*innen dieser Berufe sind in allen innovativen Unternehmensbereichen tätig (beispielsweise Onkologie und Hämatologie, Neurologie) und werden in allen Stufen des Innovationsprozesses eingesetzt: In der (Grundlagen-)Forschung arbeiten sie vorwiegend mit Absolvent*innen tertiärer akademischer Studiengänge (mit Promoti-

⁷ Eine ähnliche Bedeutung beruflich gebildeter Arbeitskräfte (im Beruf "machinist") für Innovation wird auch im berühmten Wyss-Institut der Harvard University geschildert (Leff 2022).

on oder mit Masterdiplom) zusammen; in der Entwicklung arbeiten sie zudem insbesondere auch mit Fachhochschulabsolvent*innen zusammen.

Als konkretes Beispiel für den Einsatz von Berufsabsolvent*innen im Innovationsgeschehen wird in der Fallstudie von Backes-Gellner und Pfister (2019) die "Hit Generation Sciences Gruppe" vorgestellt, die am Standort Basel aus zwei Chemie- und zwei Biologielaboren mit insgesamt sieben Laborant*innen (Berufsausbildungsabsolvent*innen), vier promovierten Arbeitskräften und einem*einer Auszubildenden besteht. Die "Hit Generation Sciences Gruppe" befasst sich mit neuen chemischen Startpunkten klassischer Medikamente für alle Krankheitsbereiche. Ziel der Gruppe ist die Suche chemischer Moleküle, die dort eingesetzt werden können, wo aufgrund einer Krankheit beispielsweise bestimmte Proteine inhibiert oder aktiviert werden. Die Gruppe berät Forschungsteams bezüglich Machbarkeit und Chancen auf Erfolg bei dieser Molekülsuche; außerdem führt sie selbst Experimente durch, um Moleküle zu finden, und liefert eine Auswahl an Hits (Molekülen) an die beratenen Forschungsgruppen.

In der "Hit Generation Sciences Gruppe" bringen sich Laborant*innen mit Berufsabschluss auf vielfältige Weise im Innovationsprozess ein. Sie liefern innovative Inputs beispielsweise im Rahmen chemischer Planungen oder der selbständigen Reaktionssuche mit IT-Werkzeugen in Interaktionsdatenbanken. Zudem generieren Diskussionen zwischen Laborleiter*innen, in der Regel promovierte Arbeitskräfte, und Laborant*innen neue Ideen. Zum Beispiel bringen Laborant*innen technologische Neuheiten ein und treiben auch arbeitserleichternde organisationale Innovationen voran. Berufsausbildungsabsolvent*innen sind aber auch bei Innovationen in Forschungsprojekten maßgeblich involviert. So wirken Chemielaborant*innen der "Hit Generation Sciences Gruppe" beispielsweise auch in Forschungssubprojekten mit, in denen Methoden evaluiert werden. Die Ideen zu solchen Subprojekten stammen oftmals von Laborleiter*innen, also Absolvent*innen akademischer Bildungsgänge mit profunden Theoriekenntnissen, die konkrete Umsetzung und Weiterentwicklung der Ideen findet jedoch in enger Zusammenarbeit mit Berufsausbildungsabsolvent*innen statt.

Die Kombination verschiedener Wissensquellen, also von Hochschul- und von Berufsausbildungsabsolvent*innen, nimmt gemäß Fallstudie im Innovationsgeschehen bei Novartis eine wichtige Rolle ein. Als komparativer Vorteil der Absolvent*innen mit Berufsausbildung im Vergleich zur rein akademischen Bildung wird im Wesentlichen die Praxiserfahrung und der Bezug zur Arbeitswelt, zum Betrieb und zu betrieblichen Prozessen angesehen, während akademisches Wissen abstrakter und theoretisch-analytischer sei. Weder könnten aber alle Probleme mit einem rein praktischen noch mit einem rein akademischen Ansatz angegangen werden, sodass es im betrieblichen Innovationsgeschehen eine Vielfalt an unterschiedlichem Wissen und Kompetenzen, sowie eine Kombination verschiedener Wissensquellen, also eine breite Humankapitalkomposition, brauche.

Obwohl also duale Berufsausbildungen grundsätzlich eine gute Grundlage für erfolgreiche Arbeitsmarktaussichten und Innovation legen, hat die Berufsausbildung in Deutschland quantitativ an Bedeutung verloren. Knapp die Hälfte aller Schüler*innen entscheidet sich Anfang der 2020er Jahre nach der Pflichtschule für eine duale Berufsausbildung, was zu einer im internationalen Vergleich immer noch rela-

tiv geringen Jugendarbeitslosigkeit beiträgt (Bundesinstitut für Berufsbildung 2021, Statistisches Bundesamt 2019). Allerdings ist die Berufsbildungsquote in Deutschland seit Jahren rückläufig, was unter anderem auf eine starke Priorisierung akademischer Ausbildungen in der Bildungspolitik und eine damit einhergehende stärker auf Akademiker*innen ausgerichtete Einstellungspolitik der Unternehmen zurückgeht und zu einer abnehmenden Attraktivität der Berufsausbildung bei Jugendlichen und ihren Eltern führt (Expertenkommission Forschung und Innovation 2014).⁸ Damit einher geht, dass viele Ausbildungsstellen nicht besetzt werden können, obwohl Fachkräfte dringend gesucht werden (Bundesinstitut für Berufsbildung 2021). Dabei legen empirische Befunde aus Deutschland und der Schweiz nahe, dass die zukunfts- und innovationsorientierte Ausgestaltung von Berufsausbildungsprogrammen (siehe vorheriger Abschnitt) und die daraus resultierenden längerfristigen Beschäftigungsaussichten Berufsausbildungen durchaus attraktiv machen könnten. Hier liegt also eine wichtige bildungs- und wirtschaftspolitische Aufgabe der Zukunft, insbesondere auch vor dem Hintergrund des absehbaren demographischen Wandels.

5 Systematische Verbindungen zwischen beruflichen und angewandten Forschungskompetenzen im Bildungssystem: Fachhochschulen als Brücke und Innovationstreiber

Als tertiärer beruflicher Bildungspfad im Hochschulsektor leisten die Fachhochschulen einen bedeutsamen Beitrag zum Innovationseffekt der Berufsbildung. Die Fachhochschulen entstanden in Deutschland Ende der sechziger Jahre als rein schulische Institutionen und erhielten in den achtziger Jahren durch eine Ergänzung des Hochschulrahmengesetzes ihr Mandat für anwendungsorientierte Forschung (vgl. Enders 2010, Kulicke und Stahlecker 2004). Ursprünglich war die Zielsetzung der Fachhochschulen, eine tertiäre Bildungsoption für Absolvent*innen einer dualen Berufsausbildung bereitzustellen; mittlerweile attrahieren sie allerdings zunehmend auch Student*innen mit einer allgemeinen Hochschulreife, also ohne berufliche Vor-

⁸ In der Schweiz entscheiden sich etwa zwei Drittel aller Schüler*innen für eine duale Berufsausbildung, was die höhere Attraktivität auf dem Arbeitsmarkt und den höheren gesellschaftlichen Stellenwert der Berufsbildung in der Schweiz im Vergleich zu Deutschland unterstreicht. Die in diesem Abschnitt dargestellten empirischen Befunde für die Schweiz sind daher nur unter der Annahme eines ähnlichen Attraktivitätsniveaus auf Deutschland übertragbar,

bildung (vgl. Lackner 2019, Nikolai und Ebner 2013). Ihr Bildungsauftrag liegt in der Vermittlung von vertieften beruflichen Kompetenzen in Kombination mit angewandtem Forschungswissen, wodurch sie sich von Universitäten, die auf akademische Kompetenzen und theoretisches Forschungswissen fokussieren, maßgeblich unterscheiden (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2004, Lackner 2019).

Wie die in diesem Abschnitt präsentierten Forschungsergebnisse hervorheben, entspringt der Innovationsbeitrag von Fachhochschulen in der Tat aus dem ursprünglichen Fokus der Verbindung von soliden beruflichen Kompetenzen mit angewandten Forschungskompetenzen. Viele empirische Resultate entstammen empirischer Forschung zu Fachhochschulen in der Schweiz, die im Vergleich zu Deutschland bislang ihren Fokus auf berufliche Bildung stärker bewahrt haben.⁹ Der Innovationsbeitrag der Fachhochschulen entsteht dabei indirekt durch die Ausbildung, also die Bereitstellung von innovationsförderlichem Humankapital, und andererseits direkt durch die Forschungs- und Transferaktivitäten der Fachhochschulen (oft in Kombination mit Betrieben).

Das Humankapital von Fachhochschulabsolvent*innen und damit ihre Bedeutung für betriebliche Innovationsprozesse zeichnet sich durch die Erweiterung der beruflichen Kompetenzen um angewandtes Forschungswissen aus. Fachhochschulabsolvent*innen sind damit in der Lage, Ergebnisse aus theoretischer Grundlagenforschung zu verstehen und diese bei konkreten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben anzuwenden. Die Fallstudien von Backes-Gellner und Pfister (2019) weisen darauf hin, dass Fachhochschulabsolvent*innen aufgrund ihrer Wissenskombination im Innovationsprozess eine entscheidende Funktion als Brückenbauer*innen zwischen akademisch und beruflich gebildeten Arbeitskräften einnehmen. Eine zentrale Kompetenz in dieser Rolle als Brückenbauer*innen ist dabei die Fähigkeit zur Kommunikation mit und dadurch die Vermittlung zwischen Arbeitskräften verschiedener Bildungshintergründe (beruflich und akademisch). Das Humankapital von Fachhochschulabsolvent*innen als Brücke innerhalb von Forschungs- und Entwicklungsabteilungen kreiert also Synergieeffekte im Innovationsprozess. Dies wird durch kausale Analysen von Lehnert, Pfister und Backes-Gellner (2020) basierend auf dem Diffe-

⁹ In der Schweiz wurden Fachhochschulen erst in den neunziger Jahren gegründet. In ihrem Bildungsauftrag und Forschungsmandat gleichen sie den deutschen Fachhochschulen, allerdings haben sie striktere Zulassungskriterien in Bezug auf berufliche Vorbildung, wodurch ihr Fokus auf berufliche Kompetenzen stärker ausgeprägt ist als in Deutschland (vgl. Lepori und Müller 2016, Nikolai und Ebner 2013). Zum Entstehungsprozess und Profil der Schweizer Fachhochschulen siehe z.B. Lepori (2008), Pfister (2017), Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (2019).

renz-von-Differenzen-Ansatz bestätigt. Sie zeigen, dass nach der Gründung von Fachhochschulstandorten mit Fächern aus den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) Betriebe in Regionen mit Fachhochschulen mehr Forschungs- und Entwicklungspersonal beschäftigen als Betriebe in Regionen ohne Fachhochschulstandort. Da die Lohnsumme für Forschungs- und Entwicklungspersonal in gleichem Maße ansteigt, lässt der Befund den Rückschluss zu, dass Fachhochschulabsolvent*innen nicht einfach andere Arten von Humankapital verdrängen, sondern diese tatsächlich ergänzen. Gleichzeitig ermöglichen gemäß Schultheiss et al. (2021) Fachhochschulabsolvent*innen in ihrer Funktion als Brückenbauer*innen verstärkt die Einbindung beruflich gebildeter Arbeitskräfte in betriebliche Innovationsprozesse. Die Studie zeigt mithilfe von Kausalanalysen basierend auf Stellenanzeigen, dass nach der Gründung von Fachhochschulen Arbeitnehmer*innen mit Berufsausbildung zunehmend auch für Arbeitsplätze mit forschungs- und entwicklungsnahen Inhalten gesucht werden, sodass deren Potenziale aufgrund der neu existierenden Brückenbauer*innen ebenfalls besser ausgeschöpft werden.

Neben diesem indirekten Effekt durch die Bereitstellung von neuartigem Humankapital tragen Fachhochschulen direkt auch durch ihre Forschungsaktivitäten zu Innovationsprozessen bei. Ein Bestandteil ihres Forschungsmandats ist das Engagement in Kooperationen mit regionalen Firmen und anderen Forschungseinrichtungen (vgl. Expertenkommission Forschung und Innovation 2018). Dies hat zur Folge, dass Fachhochschulen aktiv und insbesondere mit Firmen – oft kleine und mittlere, regional ansässige Unternehmen – gemeinsame Forschungsprojekte durchführen und somit die Innovationskraft der Kooperationspartner stärken (Arvanitis, Kubli und Woerter 2008, Fritsch und Schwirten 1999, Hachmeister, Duong und Roessler 2015).

Der daraus resultierende regionale Innovationseffekt nach der Gründung von Fachhochschulen lässt sich beispielsweise durch die Betrachtung der Entwicklung von Patenten als etabliertem Innovationsindikator messen.¹⁰ In Schweizer Gemeinden im näheren Umkreis eines MINT-Fachhochschulstandorts findet eine Kausalanalyse von Pfister et al. (2021) eine quantitative Steigerung der Patentanmeldungen von circa sieben Prozent und eine qualitative Steigerung von bis zu zehn Pro-

¹⁰ Für Beschreibungen und Herleitungen von Patenten als Innovationsindikator siehe zum Beispiel Harhoff et al. (1999) und Squicciarini, Dernis und Criscuolo (2013).

zent im Vergleich zu Gemeinden außerhalb des Einzugsgebiets von Fachhochschulen. In einer ähnlichen Studie für deutsche Gemeinden zeigen Lehnert et al. (2022) insbesondere für die Patentqualität zwar positive, aber durchschnittlich kleinere regionale Effekte nach Fachhochschulgründungen. Dieser Unterschied könnte auf den weniger stark ausgeprägten beruflichen Fokus der deutschen im Vergleich zu den Schweizer Fachhochschulen zurückzuführen sein. Den regionalen Bezug von Fachhochschulen und somit ihre Bedeutung insbesondere für lokale Betriebe betonen zudem die Ergebnisse von Eberle, Brenner und Mitze (2020), die für Deutschland einen stärkeren Einfluss auf regionale Patentierungsaktivitäten durch Drittmittelfinanzierung für Fachhochschulen als durch Drittmittelfinanzierung für Universitäten ermitteln. Als ein weiterer Indikator für regionale Innovationsleistung betrachten Studien aus beiden Ländern Firmenneugründungen beziehungsweise die Aufnahme von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten durch bereits bestehende Betriebe und weisen positive Effekte von Fachhochschulen nach (Fritsch und Aamoucke 2017, Lehnert, Pfister und Backes-Gellner 2020, Pfister et al. 2021).

Gleichzeitig weisen die empirischen Befunde sowohl für Deutschland als auch für die Schweiz darauf hin, dass eine innovationsförderliche regionale Infrastruktur eine Voraussetzung für die Innovationswirkungen von Fachhochschulen ist. Für Deutschland untersuchen Lehnert et al. (2022) die Bedeutung regionaler Forschungsinfrastrukturen beziehungsweise sogenannter Innovationsökosysteme. Sie differenzieren in ihrer Analyse zwischen Fachhochschulregionen mit unterschiedlichen Forschungsinfrastrukturen, also dem Vorhandensein einer Universität oder einer außeruniversitären Forschungseinrichtung (Max-Planck-Gesellschaft, Leibniz-Gemeinschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Fraunhofer-Gesellschaft). Die Studie zeigt, dass Fachhochschulen einen deutlich stärkeren Innovationszuwachs bewirken können, wenn sie auf vorhandenes Forschungswissen in ihrer jeweiligen Region zurückgreifen können. Diese Synergieeffekte entstehen dabei sowohl mit Forschungseinrichtungen, die theoretische Grundlagenforschung betreiben (Max-Planck-Institute), als auch mit solchen, die angewandte Forschung betreiben (Fraunhofer-Institute). Das an Fachhochschulen produzierte Forschungswissen ist also komplementär zu verschiedenen anderen Arten von Forschungswissen.

Für die Schweiz zeigen Schlegel et al. (2021) außerdem, dass die vor einer Fachhochschulgründung vorhandene regionale Wirtschaftsstruktur bedeutend ist. Neben dem Niveau der Hochtechnologieintensität regionaler Firmen ist insbesonde-

re die Größe des regionalen Arbeitsmarktes (also eine große Auswahl an Arbeitskräften mit unterschiedlichen Arten von Humankapital) ausschlaggebend für den Innovationseffekt von Fachhochschulen. Dieses Ergebnis unterstreicht indirekt ebenfalls die Funktion von Fachhochschulabsolvent*innen als Brückenbauer*innen zwischen verschiedenen Arten von Humankapital, da diese Funktion besonders gut zum Tragen kommt, wenn verschiedene Arten von Humankapital bereits vorhanden sind. Ähnlich argumentieren später Berlingieri, Gathmann und Quinckhardt (2022) für Deutschland, die einen dynamischen Arbeitsmarkt als Voraussetzung für regionale Effekte von Fachhochschulen identifizieren. Fachhochschulen können also einen Anstieg der Innovationsaktivitäten auch außerhalb forschungsintensiver urbaner Zentren generieren, wenn die notwendigen Grundvoraussetzungen gegeben sind.

Folglich können Fachhochschulen nachhaltig zu einem Anstieg von Innovationen in einer Region führen, der, wie die Ergebnisse von Schlegel, Pfister und Backes-Gellner (2022) zeigen, langfristig auch zu zunehmenden Gewinnen für Unternehmen führt. Fachhochschulen fungieren als verbindendes Element zwischen Beschäftigten mit Berufsausbildung und akademischer Bildung und wirken dadurch komplementär zu bestehenden Bildungsinstitutionen. Diese Komplementarität entsteht durch ihr Lehr- und Forschungsprofil, das mit seinem Fokus auf Absolvent*innen der beruflichen Bildung und durch die Lehre von angewandter Forschung bestehende Lücken in regionalen Arbeitsmärkten und Forschungslandschaften schließt. Insbesondere in Deutschland zeichnet sich jedoch der Trend einer zunehmenden Akademisierung der Fachhochschulen ab (vgl. Enders 2010, Ziegele, Roessler und Mordhorst 2016), wodurch diese ihr differenziertes Profil und damit den Charakter eines auf Berufsabsolvent*innen abgestimmten Aufstiegspfads sowie die damit einhergehende Innovationswirkung verlieren könnten.

6 Berufsbildung als wesentlicher Faktor im Innovationsgeschehen: Zukunftsperspektive durch Betonung ihrer Stärken

Aus den dargestellten institutionellen Rahmenbedingungen und aus den einschlägigen und mittlerweile sehr vielfältigen Forschungsergebnissen zeigt sich, dass die Berufsbildung bisher einen wesentlichen Beitrag zu den starken Innovationsergebnissen der deutschsprachigen Länder geleistet hat. Aufgrund der zukunftsorientier-

ten Ausgestaltung von Berufsausbildungscurricula besitzen im dualen System ausgebildete Arbeitskräfte breit einsetzbare berufliche Kompetenzen, die sie zur Anwendung neuester Technologien und Prozesse und somit zur Mitwirkung in innovativen Aktivitäten befähigen. Durch einen systemischen Mechanismus zur regelmäßigen Aktualisierung dieser Curricula wird sichergestellt, dass zukünftige Arbeitskräfte berufliche Kompetenzen an der aktuellen Technologiefrent erlangen und diese in Innovationsprozessen einsetzen können. Das dadurch erlangte Kompetenzbündel ermöglicht Individuen langfristig aussichtsreiche Arbeitsmarktperspektiven durch ein hohes Maß an Flexibilität und trägt außerdem bei zur schnelleren Diffusion neuer Technologien in weniger innovativen Betrieben, die duale Berufsausbildungen durchführen oder deren Absolvent*innen beschäftigen.

Um diese positiven Innovationswirkungen der Berufsbildung beizubehalten, muss das Berufsbildungssystem weiterhin fortlaufend modernisiert und vorausschauend an zukünftige Entwicklungen angepasst werden. Dazu gehört auch die Gewährleistung der Attraktivität des Berufsbildungssystems, indem einerseits Betriebe leistungsstarken Berufsausbildungsabsolvent*innen nicht nur gute Arbeitsbedingungen und Löhne anbieten, sondern auch Aufstiegswege ermöglichen, und indem andererseits das Bildungssystem gut abgestimmte formale Bildungsaufstiege bereithält. In diesem Zusammenhang spielten nach ihrer Gründung auch die Fachhochschulen als ein wohldefinierter tertiärer Bildungspfad für Berufsausbildungsabsolvent*innen eine tragende Rolle. Sie ermöglichten nach ihrer Gründung den Berufsausbildungsabsolvent*innen ihre beruflichen Kompetenzen um angewandtes Forschungswissen zu erweitern – eine Kombination, die für betriebliche Innovationsaktivitäten von großer Bedeutung sein kann. Weiterhin können die Fachhochschulen durch ihre eigenen Forschungsaktivitäten und durch Kooperationen mit regionalen Betrieben einen direkten Innovationsbeitrag leisten. Für die Wahrung dieser Innovationswirkung von Fachhochschulen wird es aber zentral sein, dass sie ihr Profil als tertiärer Aufstiegsfad für Berufsausbildungsabsolvent*innen und ihren Fokus auf angewandte Forschung entgegen anderen Bestrebungen bewahren und weiter schärfen.

Die in diesem Artikel dargestellten Forschungsergebnisse zeigen bereits eindeutige Innovationseffekte beruflicher Bildung und liefern ein Verständnis für die zugrundeliegenden Mechanismen. Dennoch sollte die Rolle beruflicher Bildung stärkere Beachtung in der Innovationsforschung finden, da dieses Forschungsfeld immer

noch jung ist und somit viele relevante Fragen noch offen sind. Beispielsweise ist ergänzend zu den in diesem Artikel dargestellten qualitativen Fallstudien weitere quantitative Forschung nötig, um die Interaktion verschiedener Arten von Humankapital in betrieblichen Innovationsprozessen besser zu verstehen. Weiterhin muss beobachtet und empirisch evaluiert werden, ob die Fachhochschulen trotz ihres sich wandelnden Profils weiterhin positive Innovationswirkungen vorweisen können. Diese und weitere Analysen sind bedeutsam für die zukünftige Ausgestaltung der Berufsbildung und des gesamten Bildungssystem und zwar unter Wahrung ihrer jeweils zentralen Rollen für Innovation.

Literaturverzeichnis

- Aghion, P., U. Akcigit und P. Howitt (2014), What do we learn from Schumpeterian growth theory?, in: P. Aghion und S.N. Durlauf (Hrsg.), *Handbook of economic growth* (Band 2B), Oxford und San Diego, Elsevier, S. 515–63.
- Albizu, E., et al. (2017), Making visible the role of vocational education and training in firm innovation: Evidence from Spanish SMEs, *European Planning Studies* 25(11), 2057–75.
- Arvanitis, S., U. Kubli und M. Woerter (2008), University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises, *Research Policy* 37(10), S. 1865–83.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2020), *Bildung in Deutschland 2020*, Bielefeld, wbv.
- Backes-Gellner, U. (1996), *Betriebliche Bildungs- und Wettbewerbsstrategien im deutsch-britischen Vergleich*, München und Mering, Rainer Hampp.
- Backes-Gellner, U. (2017), Die Rolle der dualen Berufsausbildung für das Innovationssystem in Deutschland, in: W. Burr und M. Stephan (Hrsg.), *Technologie, Strategie und Organisation*, Wiesbaden, Springer Gabler, S. 171–82.
- Backes-Gellner, U. und P. Lehnert (2021), The Contribution of Vocational Education and Training to Innovation and Growth, *Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance*.
- Backes-Gellner, U. und C. Pfister (2019), *Beitrag der Berufsbildung zu Innovation*, Bern, Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.

- Backes-Gellner, U., C. Rupietta und S.N. Tuor Sartore (2017), Reverse educational spillovers at the firm level, *Evidence-based HRM: a Global Forum for Empirical Scholarship* 5(1), S. 80–106.
- Balestra, S. und U. Backes-Gellner (2017), Heterogeneous returns to education over the wage distribution: Who profits the most?, *Labour Economics* 44, S. 89–105.
- Berlingieri, F., C. Gathmann und M. Quinckhardt (2022), College openings and local economic development, *IZA Discussion Paper* 15364.
- Bierhoff, H. und S.J. Prais (1997), *From school to productive work*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Bolli, T. und S. Hof (2018), The impact of work-based education on non-cognitive skills, *Journal of Research in Personality* 75, S. 46–58.
- Bolli, T., U. Renold und M. Wörter (2018), Vertical educational diversity and innovation performance, *Economics of Innovation and New Technology* 27(2), S. 107–31.
- Bundesamt für Statistik (2021), *Quote der Erstabschlüsse auf der Sekundarstufe II und Maturitätsquote: Tabellen für das Jahr 2019* (su-d-15.10.04-07-2019), Neuchâtel, Bundesamt für Statistik.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2013), *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2013*, Bonn, Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2017), *Ausbildungsordnungen und wie sie entstehen*, Bonn, Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2021), *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2021*, Bonn, Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2004), *Die Fachhochschulen in Deutschland*, Bonn und Berlin, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Cattaneo, M.A. (2011), New estimation of private returns to higher professional education and training, *Empirical Research in Vocational Education and Training* 3(2), S. 71–84.
- Chuard-Keller, P. und V. Grassi (2021), Switzer-Land of opportunity: Intergenerational income mobility in the land of vocational education, *SSRN Working Paper* 3662560.
- Dutta, S. et al. (2021), *Global Innovation Index 2021*, Genf, World Intellectual Property Organization (WIPO).

- Eberle, J., T. Brenner und T. Mitze (2020), Public research, local knowledge transfer, and regional development: Insights from a structural VAR model, *International Regional Science Review* 43(6), S. 555–86.
- Eggenberger, C., S. Janssen und U. Backes-Gellner (2022), The value of specific skills under shock: High risks and high returns, *Labour Economics* 78, S. 102187.
- Eggenberger, C., M. Rinawi und U. Backes-Gellner (2018), Occupational specificity: A new measurement based on training curricula and its effect on labor market outcomes, *Labour Economics* 51, S. 97–107.
- Enders, J. (2010), Hochschulen und Fachhochschulen, in: D. Simon, A. Knie und S. Hornbostel (Hrsg.), *Handbuch Wissenschaftspolitik*, Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 443–56.
- European Commission (2021), European Innovation Scoreboard 2021, Luxemburg, Publications Office of the European Union.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (2014), Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands: Gutachten 2014, Berlin, Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (2018), Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands: Gutachten 2018, Berlin, Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Fritsch, M. und R. Aamoucke (2017), Fields of knowledge in higher education institutions, and innovative start-ups: An empirical investigation, *Papers in Regional Science* 96(S1), S. S1–S27.
- Fritsch, M. und C. Schwirten (1999), Enterprise-university co-operation and the role of public research institutions in regional innovation systems, *Industry and Innovation* 6(1), S. 69–83.
- Geel, R., J. Mure und U. Backes-Gellner (2011), Specificity of occupational training and occupational mobility: An empirical study based on Lazear's skill-weights approach, *Education Economics* 19(5), S. 519–35.
- Hachmeister, C.-D., S. Duong und I. Roessler (2015), Forschung an Fachhochschulen aus der Innen- und Außenperspektive: Rolle der Forschung, Art und Umfang, *CHE Arbeitspapier* 181.
- Harhoff, D. et al. (1999), Citation frequency and the value of patented inventions, *The Review of Economics and Statistics* 81(3), S. 511–15.

- Hippach-Schneider, U. (2018). Tertiäre Bildung von morgen – ein deutsch-schweizerischer Vergleich, *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis* 6/2018, S. 32–34.
- Hoeschler, P., S. Balestra und U. Backes-Gellner (2018), The development of non-cognitive skills in adolescence, *Economics Letters* 163, 40–45.
- Jamrisko, M., W. Lu und A. Tanzi (2021), South Korea Leads World in Innovation as U.S. Exits Top Ten, Bloomberg vom 3. Februar.
- Janssen, S. und J. Mohrenweiser (2018), The shelf life of incumbent workers during accelerating technological change: Evidence from a training regulation reform, *IZA Discussion Paper* 11312.
- Kamhöfer, D.A., H. Schmitz und M. Westphal (2019), Heterogeneity in marginal non-monetary returns to higher education, *Journal of the European Economic Association* 17(1), S. 205–22.
- Key, O. und C. Seeßelberg (2012), Diplom war gestern: Das neue Studium an den Fachhochschulen, *Beiträge zur Hochschulforschung* 34(1), S. 42–64.
- Kiener, F., C. Eggenberger und U. Backes-Gellner (2022), How IT progress affects returns to specialization and social skills, *Swiss Leading House „Economics of Education“ Working Paper* 192.
- Kiener, F., A.-S. Gnehm und U. Backes-Gellner (2022), How IT progress affects returns to specialization and social skills, *Swiss Leading House „Economics of Education“ Working Paper* 175.
- Krueger, D. und K.B. Kumar (2004), Skill-specific rather than general education: A reason for US–Europe growth differences?, *Journal of Economic Growth* 9(2), S. 167–207.
- Kulicke, M. und T. Stahlecker (2004), Forschungslandkarte Fachhochschulen: Potenzialstudie, Bonn und Berlin, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Lackner, H. (2019), Die Stellung der Fachhochschulen im deutschen Hochschulsystem, in: J. Cai und H. Lackner (Hrsg.), *Jahrbuch Angewandte Hochschulbildung 2016: Deutsch-chinesische Perspektiven und Diskurse*, Wiesbaden, Springer, S. 133–57.
- Leff, J. (2022), A look inside the Wyss machine, Wyss Institute vom 30. August.
- Lehnert, P., C. Pfister und U. Backes-Gellner (2020), Employment of R&D personnel after an educational supply shock: Effects of the introduction of Universities of Applied Sciences in Switzerland, *Labour Economics* 66, S. 101883.

- Lehnert, P., et al. (2022), Innovation effects and knowledge complementarities in a diverse research landscape, *Swiss Leading House „Economics of Education“ Working Paper 164*.
- Lepori, B. (2008), Research in non-university higher education institutions: The case of the Swiss Universities of Applied Sciences, *Higher Education* 56(1), S. 45–58.
- Lepori, B. und C. Müller (2016), *Fachhochschulen als Akteure im schweizerischen Forschungs- und Innovationssystem*, Bern, Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- Lewis, P. (2020), Developing technician skills for innovative industries: Theory, evidence from the UK life sciences industry, and policy implications, *British Journal of Industrial Relations* 58(3), S. 617–43.
- Lund, H.B. und A. Karlsen (2020), The importance of vocational education institutions in manufacturing regions: Adding content to a broad definition of regional innovation systems, *Industry and Innovation* 27(6), S. 660–79.
- Meuer, J., C. Rupietta und U. Backes-Gellner (2015), Layers of co-existing innovation systems, *Research Policy* 44(4), S. 888–910.
- Middendorf, E. et al. (2012), *Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in Deutschland 2012*, Berlin, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Mühlemann, S. und S.C. Wolter (2014), Return on investment of apprenticeship systems: Evidence from cost-benefit analyses, *IZA Journal of Labor Policy* 3(1), S. 25.
- Müller, L. und M. Kohl (2014), Ausbilden für das Arbeiten an Hochvoltfahrzeugen, *Wirtschaft und Beruf* 66(6), S. 30–35.
- Nikolai, R. und C. Ebner (2013), Zur Verknüpfung von Berufsbildung und Hochschulbildung: Reformen in Deutschland, Österreich und der Schweiz, in: K. Amos et al. (Hrsg.), *Kultur – Ökonomie – Globalisierung: Eine Erkundung von Rekalibrierungsprozessen in der Bildungspolitik*, Baden-Baden, Nomos, S. 63–79.
- OECD (2014), *Education at a glance 2014: OECD indicators*, Paris, OECD Publishing.
- Pfister, C. (2017), *Different educational structures and their economic impact on individuals and the economy* (Dissertation), Zürich, Universität Zürich.

- Pfister, C., S.N. Tuor Sartore und U. Backes-Gellner (2017), The relative importance of type of education and subject area: Empirical evidence for educational decisions, *Evidence-based HRM: a Global Forum for Empirical Scholarship* 5(1), S. 30–58.
- Pfister, C. et al. (2021), Regional innovation effects of applied research institutions, *Research Policy* 50(4), S. 104197.
- Rinawi, M. und U. Backes-Gellner (2021), Labour market transitions after layoffs: The role of occupational skills, *Oxford Economic Papers* 73(1), S. 76–97.
- Rupietta, C. und U. Backes-Gellner (2019a), Combining knowledge stock and knowledge flow to generate superior incremental innovation performance: Evidence from Swiss manufacturing, *Journal of Business Research* 94, S. 209–22.
- Rupietta, C. und U. Backes-Gellner (2019b), How firms' participation in apprenticeship training fosters knowledge diffusion and innovation, *Journal of Business Economics* 89(5), S. 569–97.
- Rupietta, C., J. Meuer und U. Backes-Gellner (2021), How do apprentices moderate the influence of organizational innovation on the technological innovation process?, *Empirical Research in Vocational Education and Training* 13(1), 25 S.
- Ryan, P., H. Gospel und P. Lewis (2007), Large employers and apprenticeship training in Britain, *British Journal of Industrial Relations* 45(1), S. 127–53.
- Schlegel, T., C. Pfister und U. Backes-Gellner (2022), Tertiary education expansion and regional firm development, *Regional Studies* (im Erscheinen).
- Schlegel, T. et al. (2022), Innovation effects of Universities of Applied Sciences: An assessment of regional heterogeneity, *The Journal of Technology Transfer* 47, S. 63–118.
- Schultheiss, T. und U. Backes-Gellner (2021), Updated education curricula and accelerated technology diffusion in the workplace: Micro-evidence on the race between education and technology, *Swiss Leading House „Economics of Education“ Working Paper* 173.
- Schultheiss, T. et al. (2021), Tertiary education expansion and task demand: Does a rising tide lift all boats?, *Swiss Leading House „Economics of Education“ Working Paper* 154.
- Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung (2018), *Bildungsbericht Schweiz 2018*, Aarau, Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.

- Squicciarini, M., H. Dernis und C. Criscuolo (2013), Measuring patent quality: Indicators of technological and economic value, *OECD Science, Technology and Industry Working Paper* 2013/03.
- Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (2019), *Hochschulen und Forschung in der Schweiz*, Bern, Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- Statistisches Bundesamt (2019), *Bildung und Kultur Berufliche Schulen: Schuljahr 2018/2019* (Fachserie 11 Reihe 2), Wiesbaden, Statistisches Bundesamt.
- Stoll, U. (2009), Fachhochschulabsolventen mit Studium und Beruf sehr zufrieden, *Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg* 11/2009, S. 29–33.
- Teuber, S., U. Backes-Gellner und P. Ryan (2016), How companies adjust their span of control to national institutions: Evidence from matched-pair engineering companies, *Die Betriebswirtschaft* 76(4), S. 255–73.
- Toner, P. (2010), Innovation and Vocational Education, *The Economic and Labour Relations Review* 21(2), S. 75–98.
- Vandenbussche, J., P. Aghion und C. Meghir (2006), Growth, distance to frontier and composition of human capital, *Journal of Economic Growth* 11(2), 97–127.
- Wolter, S.C. und B.A. Weber (1999), A new look at private rates of return to education in Switzerland, *Education + Training* 41(8), 366–72.
- Ziegele, F., I. Roessler und L. Mordhorst (2019), Hochschultyp im Wandel? Zur zukünftigen Rolle der Fachhochschulen im deutschen Hochschulsystem, in: J. Cai und H. Lackner (Hrsg.), *Jahrbuch Angewandte Hochschulbildung 2016: Deutsch-chinesische Perspektiven und Diskurse*, Wiesbaden, Springer, S. 159–74.