



FORSCHUNG UND INNOVATION IN DER SCHWEIZ 2020



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
**Staatssekretariat für Bildung,
Forschung und Innovation SBF**

FORSCHUNG UND INNOVATION IN DER SCHWEIZ 2020

Impressum

Herausgeber: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI,
Einsteinstrasse 2, CH-3003 Bern, © 2020

info@sbfi.admin.ch

www.sbfi.admin.ch

Konzept, Koordination und Redaktion:

Müfit Sabo, Annette Kull, Léo Benmenni, Nicole Hofer (SBFI)

Inhaltliche und redaktionelle Mitarbeit:

Dani Duttweiler, Martin Fischer, Isabelle Maye, Sylvie Rochat (SBFI)

Lektorat:

Urs Hafner (Wissenschaftsjournalist)

Projektbegleitung:

Siehe Anhang 3

Grafik:

Désirée Goetschi (SBFI)

Übersetzung: Sprachdienst SBFI und Sprachdienst Bundeskanzlei

Druck:

Jordi AG, Belp

ISSN: 2296-3847

Der Bericht ist als Download erhältlich

www.sbfi.admin.ch/f-i_bericht

oder kann unter folgender Adresse bestellt werden:

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation

Einsteinstrasse 2, 3003 CH-Bern

Telefon: +41 58 465 42 75

info@sbfi.admin.ch

Zahlreiche Personen haben an diesem Bericht mitgewirkt und dessen Entstehung tatkräftig unterstützt. Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Inhalt gesamter Bericht

Management Summary	13
Einleitung	25
Teil A: Das Schweizer Forschungs- und Innovations- system	31
1 Rahmenbedingungen	35
2 Akteure	36
3 Zuständigkeiten der öffentlichen Hand	40
4 Finanzen	43
5 Nationale, regionale und kantonale Förderung	44
6 Internationale Zusammenarbeit	48
7 Wissens- und Technologietransfer	50
Teil B: Die Schweizer Forschung und Innovation im internationalen Vergleich	55
1 Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation	60
2 Bildung und Qualifikationen	63
3 Personal im Bereich Forschung und Innovation	69
4 Finanzierung und Aufwendungen im Bereich Forschung und Entwicklung	72
5 Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der EU	77
6 Wissenschaftliche Publikationen	82
7 Patente	86
8 Informations- und Kommunikationstechnologien	90
9 Wissens- und Technologietransfer	99
10 Unternehmertum	103
11 Innovationsaktivitäten der Unternehmen	110
12 Strukturwandel	115
13 Die Schweiz im globalen Vergleich führender Innovationsregionen	119
Teil C: Spezifische Themen	129
Studie 1: Beitrag der Berufsbildung zu Innovation	133
Studie 2: Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation	169
Studie 3: Dienstleistungsinnovationen	201
Einleitung zu Studien 4 & 5: Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz	237
Studie 4: Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Unternehmen	243
Studie 5: Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschafts- organisationen	273
Studie 6: Schutz des geistigen Eigentums und Innovation in der Schweiz	311
Studie 7: Digitalisierung als Treiber für innovative Geschäfts- modelle	341
Anhang	361
Anhang 1: Literaturverzeichnis	363
Anhang 2: Abkürzungen	375
Anhang 3: Projektbegleitung	379



Vorwort

Die Schweiz des 21. Jahrhunderts bewegt sich in einem stark globalisierten und kompetitiven Umfeld. Um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können, sind starke Leistungen in Bildung, Forschung und Innovation nötig und wichtig. Der Bundesrat misst deshalb der zusammen mit den Kantonen verantworteten BFI-Politik seit geraumer Zeit eine sehr hohe Bedeutung zu und verbindet dies mit finanzpolitischen Prioritäten.

Wo immer Investitionen getätigt werden, interessiert deren Wirkung. Auch im BFI-Bereich hat die Überprüfung der Wirksamkeit der eingesetzten Mittel einen hohen Stellenwert. Entsprechend sind Monitoring- und Wirkungsüberprüfungsinstrumente installiert. Zu diesem Instrumentarium zählt auch der Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz». Auf der Basis eines systemischen Monitorings bietet er einen umfassenden Einblick in das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem und dessen Funktionsweise, enthält ausgewählte Länder- und Regionenvergleiche und geht auf spezifische Themen ein. Der Bericht versteht sich als Nachschlagewerk und Diskussionsgrundlage, unter anderem für die Behandlung der jeweils auf vier Jahre angelegten Botschaften des Bundesrats zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation.

Die vorliegende zweite Ausgabe des Berichts ist wiederum unter der Leitung des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation und unter Beizug externer Expertinnen und Experten erarbeitet worden. Er zeichnet ein insgesamt positives Bild der Leistungen in Forschung und Innovation hierzulande. Besonders hervorzuheben sind die grosse Initiative der privaten Unternehmen und die insgesamt günstigen Rahmenbedingungen für die öffentlichen wie privaten Akteure im BFI-Bereich. Neue Förderinstrumente wie das gemeinsame Programm «Bridge» des Schweizerischen Nationalfonds und der Innosuisse oder der Schweizerische Innovationspark tragen dazu bei, die Lücke zwischen Forschung und Anwendung zu schliessen.

Der Bericht zeigt aber auch Herausforderungen auf, namentlich die Konkurrenz der Schweiz zu innovativen Regionen, die Digitalisierung der Wirtschaft oder den Rückgang der Innovationsaktivitäten bei den KMU. Einen Fundus an Erkenntnissen bieten auch die sieben Studien zu spezifischen Themen. Das Beispiel der Untersuchungen zur Berufsbildung zeigt anschaulich, dass der Erfolg von Bildung, Forschung und Innovation auf einem insgesamt kompetitiven Gesamtsystem gründet. Eine andere Studie zeigt die Bedeutung der Geistes- und Sozialwissenschaften für Innovation, die sich beispielsweise im Erfolg der Uhrenindustrie widerspiegelt. Interessant sind auch die Analysen zum Technologietransfer zwischen den Unternehmen und den Wissenschaftsorganisationen. Daraus wird ersichtlich, wie vielversprechende Forschungsergebnisse noch gezielter in Anwendungen überführt werden können.

Ich wünsche Ihnen eine inspirierende Lektüre. Zugleich danke ich allen, die zum Gelingen dieses Werks beigetragen haben.

Martina Hirayama
Staatssekretärin für Bildung, Forschung und Innovation

Vorwort der Expertengruppe

Die zweite Ausgabe des Berichts «Forschung und Innovation in der Schweiz» bietet einen Einblick in das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem, Länder- und Regionenvergleiche sowie eine Vertiefung ausgewählter Themen. Als Expertengruppe haben wir den Bericht von seiner Konzeption bis zur redaktionellen Umsetzung begleitet.

Forschung und Innovation sind von entscheidender Bedeutung für eine nachhaltige gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung der Schweiz. Aus den verschiedenen Analysen des Berichts geht hervor, dass das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem zurzeit im internationalen Ländervergleich sehr leistungsfähig ist. Die Analysen zeigen aber auch, dass die Unterschiede zwischen den Ländern abnehmen und dass die Schweiz im weltweiten Vergleich mit starken Innovationsregionen (zum Beispiel Baden-Württemberg oder Grossraum Boston) weniger gut abschneidet als im Ländervergleich.

Der umfassende Wandel in Gesellschaft, Wissenschaft, Technologie und Wirtschaft verändert das Umfeld für Forschung und Innovation laufend. Vor diesem Hintergrund erläutern wir hier einige Faktoren, die für den Erfolg des Schweizer Forschungs- und Innovationssystems bedeutend sind. Danach weisen wir auf Herausforderungen hin, deren Auswirkungen bereits heute zu spüren oder künftig zu erwarten sind.

Erfolgsfaktoren der Schweiz

Zu den Erfolgsfaktoren für die Schweizer Forschung und Innovation zählen wir unter anderem die innovative Privatwirtschaft, das differenzierte Bildungssystem, die effiziente Forschungs- und Innovationsförderung durch die öffentliche Hand sowie die insgesamt guten politischen Rahmenbedingungen.

Kompetitive und innovative Unternehmen

2017 hat die Schweiz insgesamt 3,4 % des Bruttoinlandprodukts (BIP) in Forschung und Entwicklung¹ investiert. Davon wurden zwei Drittel von der Privatwirtschaft finanziert (2,3 % des BIP) (BFS, 2019a).² Der Hauptteil der Anstrengungen bezüglich Finanzierung und Durchführung von Forschung und Entwicklung wird von wenigen international tätigen Grosskonzernen der Pharma-, Chemie-, Maschinen- und Nahrungsmittelbranche geleistet. Obwohl die Anzahl der F&E treibenden kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) seit Anfang der 2000er Jahre gesunken ist, spielen auch sie weiterhin eine wichtige Rolle für die Innovationsleistung der Schweiz. Im europäischen Vergleich rangieren sie insbesondere bei der Einführung von Marketing- und Organisationsinnovationen auf dem ersten Rang (European Commission, 2019). Weiter sind

¹ Für Erläuterungen zu den Begriffen «Forschung und Entwicklung» sowie «Forschung und Innovation» siehe Einleitung zum F&I-Bericht.

² Siehe Teil A, Kapitel 4.1.

auch Start-ups von Bedeutung, beispielsweise in den Life-Sciences oder im Bereich der Finanzdienstleistungen.

Zudem sind auch Partnerschaften zwischen Unternehmen und die Einbindung von Kundinnen und Kunden sowie Hochschulen in Forschungs- und Innovationsprozesse wichtige Erfolgsfaktoren. Die Vielfalt und Dichte der lokalen Wirtschaftssysteme sowie die günstigen Rahmenbedingungen sind weitere Voraussetzungen für die Innovationsstärke und hohe Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Unternehmen.

Differenziertes Bildungssystem

Die Schweiz verfügt über ein Bildungssystem mit einem komplexen Angebot an berufspraktischen und akademischen Ausbildungen, das sowohl innerhalb wie auch zwischen den Bildungsbereichen von einer hohen Durchlässigkeit geprägt ist. Dies garantiert die Ausbildung von qualifizierten Fachkräften für den Einsatz entlang der gesamten Innovations- und Wertschöpfungskette. Diese ist von einer immer grösseren Komplexität geprägt.

Die Hochschulen³ zeichnen sich aus durch Lehre mit Aus- und Weiterbildung, Forschung, Wissens- und Technologietransfer sowie Dienstleistungen für Dritte. Ihre Beiträge zu Forschung und Innovation hängen dabei essenziell von der internationalen Zusammenarbeit ab. Die Rekrutierung der besten internationalen Forschenden und Studierenden und die Teilnahme an internationalen Forschungsprogrammen (z.B. an den Rahmenprogrammen für Forschung und Innovation der Europäischen Union) und die Mitgliedschaft bei internationalen Forschungsorganisationen sind für ein kleines Land wie die Schweiz unabdingbar. Nur so können Schweizer Hochschulen an der internationalen Forschungsspitze mithalten und sich am globalen Wissensaustausch beteiligen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die hohe Innovationskraft der Schweiz ist zudem die duale Berufsbildung. Rund zwei Drittel der Schulabgängerinnen und -abgänger entscheiden sich für diesen Weg. Sie erhalten damit eine praxisorientierte, auf neueste Anforderungen angepasste und damit zukunftsorientierte Ausbildung. Zudem haben sie die Möglichkeit, ihre Karriere auf der Tertiärstufe fortzuführen.

Effiziente Forschungs- und Innovationsförderung

Die staatliche Forschungs- und Innovationsförderung erfolgt weitgehend nach dem Wettbewerbsprinzip. Fördergesuche werden, wenn immer möglich, nach Exzellenz beurteilt. Dabei setzen die Förderinstrumente bei der Wahl der Themen und Projekte auf die Eigeninitiative der Forschenden und Unternehmen. Der Schweizerische Nationalfonds (SNF) fördert gemäss diesen Grundsätzen die Forschung und Innovation die wissenschaftsbasierte Innovation.

³ Dazu zählen die universitären Hochschulen (die beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen und die kantonalen Universitäten), die Fachhochschulen und die pädagogischen Hochschulen.

Qualität der Rahmenbedingungen

Die Schweiz zeichnet sich im internationalen Vergleich durch Rahmenbedingungen aus, die für Forschung und Innovation günstig sind. Die zur Verfügung stehende Infrastruktur ist von hoher Qualität. Das Steuerniveau ist insgesamt tief, die Arbeitsmarktflexibilität gross, das politische Umfeld stabil und die Lebensqualität hoch.

Herausforderungen für die Schweizer Forschung und Innovation

Den digitalen Wandel im Interesse der Gesellschaft und Wirtschaft realisieren

Als übergeordnete Herausforderung sehen wir die Weiterentwicklung, Aufnahme und Anwendung digitaler Technologien in Gesellschaft und Wirtschaft. Hier stellen sich beispielsweise folgende Fragen: Wie können die nötigen Digitalisierungskompetenzen quer durch die Gesellschaft über alle Altersklassen und Schichten hinweg vermittelt werden? Wie können die sich mit dem digitalen Wandel eröffnenden Chancen genutzt und wie kann gleichzeitig ein verantwortlicher Umgang mit den neuen Möglichkeiten sichergestellt werden? Wie können die Unternehmen und insbesondere die KMU mit den technologischen Entwicklungen mithalten und diese auch prägen? Wie kann das Innovationstempo hochgehalten und damit die internationale Wettbewerbsfähigkeit gesichert werden?

Diese und weitere Fragen zum digitalen Wandel spiegeln sich in einigen der nachfolgenden Herausforderungen, die wir für die Schweizer Forschung und Innovation identifiziert haben. Uns scheint dabei sehr wichtig zu erwähnen, dass die grössten Herausforderungen und Chancen in der Verbindung der Digitalisierung mit anderen Technologien entstehen, beispielsweise in der Verbindung von Big Data mit Technologien im Gesundheitsbereich.

Die Qualifikationen für den digitalen Wandel sicherstellen

Digitalisierungskompetenzen müssen in Zukunft auf allen Stufen und in allen Curricula des formalen Bildungssystems sowie auch in der Weiterbildung vermittelt werden.⁴ Entsprechende Entwicklungen haben eingesetzt.⁵ Diese müssen aber verstärkt und beschleunigt werden. Im Kontext der Digitalisierung spielt lebenslan-

⁴ Die formale Bildung umfasst die obligatorische Schule, die Sekundarstufe II und die Tertiärstufe. Die Weiterbildung gehört zur nicht-formalen Bildung. Dazu zählen z.B. Konferenzen, Seminare und Kurse. Weiter unterscheidet man die informelle Bildung. Dazu zählen z.B. Familienarbeit, ehrenamtliche Tätigkeiten und die Lektüre von Fachliteratur.

⁵ So haben der Bundesrat und die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) 2018 entschieden, das Fach Informatik spätestens ab dem Schuljahr 2022/2023 für alle Gymnasiastinnen und Gymnasiasten als obligatorisch zu erklären. Weiter hat die Rektorenkonferenz der schweizerischen Hochschulen (swissuniversities) das Impulsprogramm «Stärkung von Digital Skills in der Lehre» lanciert. In der Berufsbildung unterstützt die Initiative «digitalinform.swiss» alle Akteure bedarfsorientiert, damit diese die Chancen des digitalen Wandels ausschöpfen können.

ges Lernen eine zentrale Rolle. Deshalb sind, neben der Integration von neuen Inhalten in die formale Bildung, vor allem gezielte Weiterbildungen für Personen im Arbeitsprozess sowie für Personen mit unterbrochener Erwerbstätigkeit und im Ruhestand zu entwickeln. Sie alle werden mit einer zunehmend digitalisierten Welt zurechtkommen und entsprechend über digitale Kompetenzen verfügen müssen. Daraus ergeben sich neue, ungeahnte Chancen wie beispielsweise eine bessere medizinische Betreuung, neue Mobilitätskonzepte bis hin zu neuen Formen der Freizeitgestaltung oder des Lernens. In Zukunft wird es also darum gehen, digitale Kompetenzen für alle Bildungstypen und Zielgruppen zu definieren und – wo noch nicht vorhanden – eine Strategie zu entwickeln, wie diese innert nützlicher Frist erworben werden können.

Weiter kommt der Schaffung neuen Wissens und damit der Grundlagenforschung in den Bereichen Informatik und Computerwissenschaft eine zentrale Bedeutung zu. Der Kompetenzaufbau muss neben den Kernbereichen der Informatik beziehungsweise der eher technologischen Komponenten vor allem auch transversale Aspekte der Digitalisierung (z.B. Datenschutz) einbeziehen. In der Grundlagenforschung muss über alle Disziplinen hinweg digitales Grundlagenwissen für neue Anwendungen auf- oder ausgebaut und sichergestellt werden.

Den Wissens- und Technologietransfer fördern

Innovationsfähigkeit setzt zu einem grossen Teil neue Erkenntnisse voraus, die in neuartige Produkte oder Verfahren umgesetzt werden. Die Schweiz ist unter anderem wegen ihrer geringen Grösse nicht in der Lage, das dazu benötigte Wissen vollumfänglich selbst zu generieren. Der Know-how-Austausch mit dem Ausland ist daher essenziell.

Dies geschieht vor allem an den Hochschulen. Dabei spielt insbesondere der hohe Anteil an international rekrutierten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern⁶ in Lehre und Forschung eine bedeutende Rolle. Zentrale Voraussetzungen für die Förderung eines erfolgversprechenden Wissens- und Technologietransfers (WTT) zwischen Hochschulen und Wirtschaft sind internationale Offenheit und Vernetzung. So können die besten Fachkräfte aus dem Ausland rekrutiert werden, die ihr Wissen sowie ihre Erfahrungen und Kontakte aus dem Ausland in die Schweiz bringen und damit wesentlich deren Innovationskraft stärken.⁷

Weiter sind die räumliche Nähe und die regionale Ausrichtung der Fachhochschulen sowie deren Zusammenarbeit mit der lokalen und regionalen Wirtschaft sehr wichtig. Trotz des zunehmenden Einsatzes digitaler Tools (Internet, Social Media etc.) ist zu beachten, dass informelle, persönliche Kontakte und personengebundenes Wissen nach wie vor ein zentraler Faktor für den WTT

⁶ Dazu zählen insbesondere Doktoranden, PostDocs und Assistenzprofessorinnen und -professoren.

⁷ Die internationale Offenheit und Vernetzung kommen nicht nur der Schweiz zugute, sie wirken sich auch positiv auf die Innovationsleistung aller in den WTT involvierten Länder aus.

sind. Die Förderung von Netzwerken und damit verbunden von persönlichen Austauschmöglichkeiten hat deshalb weiterhin eine hohe Bedeutung.

Der WTT kann – je nach Disziplin – zusätzlich gefördert werden, indem das akademische Personal an den Hochschulen vermehrt Erfahrungen aus der Privatwirtschaft mitbringt und der Personalaustausch zwischen Hochschulen und Wirtschaft gestärkt wird. Insbesondere an den Fachhochschulen, deren Eigenart eine starke Anwendungsorientierung ist, sollten entgegen mancherorts zu beobachtender Trends beim Rekrutierungskriterium «Praxisnähe» keine Kompromisse eingegangen werden.

Den Rückgang der Innovation bei KMU stoppen und deren Innovationsfähigkeit fördern

Der Anteil der F&E treibenden Unternehmen hat sich in der Schweiz in den letzten 20 Jahren nahezu halbiert. Insbesondere bei den KMU, die 99% der Unternehmen in der Schweiz ausmachen, geht die F&E-Tätigkeit seit dem Jahr 2000 kontinuierlich zurück.⁸ Diese Tendenz lässt sich in verschiedenen europäischen Ländern beobachten. Die genauen Gründe sind unbekannt und sollten für die Schweiz analysiert werden.

Aktuell ändern sich die Innovationsmechanismen im Zug der Digitalisierung rasch und stark. Wie können sich Unternehmen und insbesondere KMU möglichst schnell an diese Veränderungen anpassen und dabei auswählen, was für sie nützlich ist und ihnen beim Innovieren hilft? Ein wichtiger Treiber für Innovation ist der Wissens- und Technologietransfer. Um die Innovationsaktivitäten bei den KMU anzukurbeln, könnte es deshalb sinnvoll sein, spezifische WTT-Plattformen für KMU zu schaffen, die das an Hochschulen und Forschungsinstituten erarbeitete Know-how beispielsweise im Bereich von neuen digitalen Technologien zeitnah und effizient in die KMU transferieren.

Regulierungen, beispielsweise im Finanz- und Gesundheitssektor, können die Entwicklung von Innovationen behindern. Deshalb könnte insbesondere für KMU die Schaffung von Innovationsräumen sinnvoll sein.⁹ Dank ihnen soll es den KMU möglich sein, ohne grosse Einschränkungen zu experimentieren und Innovationen zu entwickeln. Es sollte deshalb vertieft untersucht werden, wie und wo solche Räume eingerichtet werden können, welche Kriterien dabei zu berücksichtigen und was der Nutzen und die Risiken sind.

⁸ Siehe auch Teil A, Kapitel 2.1.

⁹ Sie werden auch Sandbox (Sandkasten) genannt.

Eine Kultur für Neugründungen und Start-ups in allen Fachgebieten fördern

In der Schweiz werden heute pro Jahr rund 300 Start-ups gegründet (startupticker.ch, 2018).¹⁰ Diese Zahl ist seit mehreren Jahren stabil. Die Anzahl Neugründungen insgesamt beträgt in jüngerer Zeit rund 40 000 pro Jahr (BFS, 2019a). Die Gründung von Unternehmen, die mit innovativen und häufig auf neuen Technologien beruhenden Geschäftsmodellen den Erfolg suchen, ist ein wichtiger Weg, um neues Wissen und neue Technologien auf den Markt zu bringen und neue Wirtschaftszweige zu schaffen. Deshalb sollte an den Hochschulen in allen Fachgebieten, insbesondere auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften die Gründungskultur gefördert werden.

Die Einbindung der Schweiz in die Forschungs- und Innovationsaktivitäten auf internationaler Ebene sicherstellen

Internationale F&I-Förderinstrumente ergänzen nationale. Für ein kleines Land wie die Schweiz sind internationale Vernetzung und Kooperation von zentraler Bedeutung. Sie ermöglichen Schweizer Akteuren den Zugang zu wichtigen internationalen Infrastrukturen und Netzwerken und bringen der Schweiz und allen beteiligten Ländern wissenschaftlichen, technologischen und wirtschaftlichen Nutzen. Ohne Sicherstellung der Teilnahmemöglichkeit der Schweiz an internationalen Forschungsorganisationen und länderübergreifenden Programmen kommt dieser Nutzen nicht zum Tragen.

Die Entwicklung von Forschungs- und Innovationsförderpolitiken auf internationaler Ebene verfolgen

Die Schweizer F&I-Förderung basiert auf Wettbewerb, dem Bottom-up-Prinzip, spontanen unternehmerischen Initiativen und Koordination. Dies schliesst eine politisch initiierte Fokussierung auf strategisch wichtige Themen wie die Energieforschung oder Digitalisierung nicht aus. In der Tendenz ist die Schweizer F&I-Förderung aber nicht missionsorientiert.¹¹

Die meisten westlichen Staaten, inklusive die USA, verfolgen neben einer markt- und bottom-up-organisierten Innovationspolitik zusätzlich eine missionsorientierte F&I-Förderpolitik. Zudem werden aktuell in verschiedenen Ländern missionsorientierte För-

¹⁰ Gemäss dem Swiss Startup Radar 2018/2019 (startupticker.ch) machen die folgenden sechs Kriterien ein Jungunternehmen zu einem Start-up: ambitionierte Wachstumspläne, Fokus auf Innovation, wissenschafts- und technologiebasierter Ansatz, skalierbares Geschäftsmodell, internationale Absatzmärkte und professionelle Investoren.

¹¹ Die missionsorientierte F&I-Förderpolitik definiert die Ziele und die technologischen Entwicklungen zur Zielerreichung vorab. Im Vergleich mit einem Förderansatz, der auf die Schaffung von für Forschung und Innovation günstigen Rahmenbedingungen fokussiert, zeichnet sich die missionsorientierte Förderung durch eine stärkere Zielorientierung, Priorisierung und Zentralisierung aus (EFI, 2019).

¹² Das Akronym ARPA wurde im Laufe der Jahre unterschiedlich verwendet. Es wird auch von DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) gesprochen (Azoulay et al., 2018). Da es im vorliegenden Bericht um Forschung und Innovation im zivilen Bereich geht, wird ARPA benutzt.

derinstrumente nach dem Modell der amerikanischen Advanced Research Projects Agency (ARPA)¹² diskutiert und umgesetzt. So wurde beispielsweise 2019 in Deutschland die Agentur zur Förderung von «Sprunginnovationen» für den zivilen Anwendungsbereich nach dem Vorbild von ARPA eingerichtet (EFI, 2019; BMWi, 2019).

Das ARPA-Modell zeichnet sich unter anderem durch Flexibilität, Geschwindigkeit, Risikobereitschaft sowie durch einen personenorientierten und unternehmerischen Ansatz aus. Eine zentrale Rolle spielen zeitlich befristet eingestellte Projektmanagerinnen und -manager, die über ausgezeichnete Technologie- und Marktkenntnisse verfügen (Azoulay et al., 2018). Dieser Ansatz könnte beispielsweise bei Technologien sinnvoll sein, die zwar existieren, aber noch wenig erforscht sind und ein grosses Verbesserungspotenzial aufweisen. Ziel dabei ist nicht das Betreiben von sektorieller Industriepolitik, sondern die Identifizierung und Lösung von dringenden Problemen (z.B. Herausforderungen in Zusammenhang mit dem Klimawandel) in Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft.

Für die Schweiz geht es nicht darum, wie in Deutschland eine neue Agentur zu schaffen. Das aktuelle Forschungs- und Innovationsfördersystem funktioniert sehr effizient. Öffentliche Forschungsgelder werden mit grossem Erfolg vom SNF nach Gütekriterien vergeben. Auch ist die wirtschaftliche Zweckorientierung durch die Kooperation von Hochschulen mit der Wirtschaft und umgekehrt im Rahmen von Innosuisse sichergestellt. Die Schweiz sollte aber die Entwicklungen in anderen Ländern von missionsorientierten Instrumenten genau beobachten und zeitnah untersuchen, ob es sinnvoll sein könnte, solche Instrumente auch hierzulande komplementär zu den vorhandenen Instrumenten zu implementieren.

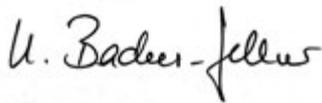
Die Datengrundlagen verbessern

Damit Forschung und Innovation in der Schweiz besser untersucht werden können, ist eine bessere Datengrundlage zu schaffen.

Im Kontext der digitalen Transformation werden neue Datenquellen benötigt, um neue Trends sinnvoll beschreiben und um Wirkungsanalysen zur Beurteilung der Effektivität wirtschafts-, gesellschafts- oder bildungspolitischer Massnahmen durchführen zu können. Dazu sollten neue Typen von digitalen Daten systematisch erfasst und der Forschung zur Verfügung gestellt werden. Zudem sollten alle Datensätze über längere Zeiträume aufgezeichnet und besser untereinander verknüpfbar sein (z.B. Verknüpfung von Bildungsdaten mit Arbeitsmarkt-, Betriebs- und Innovationsdaten).

Forschungsdatenzentren, die mit statistischen Ämtern oder Behörden kooperieren, können dafür sehr nützlich sein. Im euro-

päischen Ausland, etwa in Dänemark oder Deutschland, gehören solche Zentren mittlerweile zum Standard.¹³ Sie leisten einen wichtigen Beitrag zu international vergleichenden Untersuchungen von für beide Länder wirtschaftspolitisch wichtigen Fragestellungen. Die Schweiz ist diesbezüglich deutlich im Hintertreffen, hätte aber aus unterschiedlichen Gründen¹⁴ grosses Potenzial.



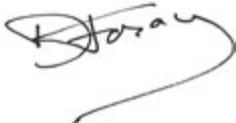
Prof. Uschi Backes-Gellner



Prof. em. Roman Boutellier



Richard Deiss



Prof. Dominique Foray



Prof. Joachim Henkel



Dr. Reto Naef



Prof. em. Ulrich W. Suter

¹³ Etwa die Forschungsdatenzentren von Statistics Denmark, das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) des Bundesinstitutes für Berufsbildung (BIBB) oder die Bundesbank.

¹⁴ In der Schweiz lassen beispielsweise föderale Strukturen, direkte Demokratie und die Verschiedenartigkeit der Sprachregionen kausale ökonomische Analysen zu Themen wie Bildungs-, Arbeitsmarkt- oder Steuerpolitik in unterschiedlichen Kontexten (z.B. nach kantonalen Rahmenbedingungen, unterschiedlichen sozialen Normen oder Sprachregionen) zu.



MANAGEMENT SUMMARY



Eine wichtige Rolle im Wissens- und Technologietransfer spielt der 2016 offiziell gegründete Schweizerische Innovationspark. Er vernetzt Wissenschaft und Wirtschaft über zwei Standorte im Umfeld der beiden ETH und drei weitere Standorte. Schwerpunkte des «Switzerland Innovation Park Basel Area» sind unter anderem die Bereiche Health-care und Medtech. Im Projekt «Miracle» wollen Forschende der Universität Basel eine minimalinvasive Chirurgie mithilfe von Lasertechnik und Robotik realisieren. Dabei entwickeln sie auch neuartige Navigationstechniken, um das robotergeführte Lasersystem während des chirurgischen Eingriffs exakt kontrollieren zu können.

Bild: S-GE, Daniel Winkler

Teil A: Das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem

Teil A gibt einen Überblick über das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem (F&I-System). Er beschreibt die Rahmenbedingungen, die Akteure, die Zuständigkeiten der öffentlichen Hand und die rechtlichen Grundlagen. Auch erläutert er die Finanzierung von Forschung und Innovation, die wichtigsten nationalen und internationalen Instrumente zur Förderung von Forschung und Innovation sowie den Wissens- und Technologietransfer.

Rahmenbedingungen

Die Aufgabenteilung zwischen Privaten und öffentlicher Hand im Bereich Forschung und Innovation stützt sich auf zwei Grundpfeiler der Schweizer Politik: Subsidiarität und eine liberale Wirtschaftsordnung. Der Privatsektor spielt folglich eine wesentliche Rolle. Grundsätzlich funktionieren Forschung und Innovation in einem komplexen System, in welchem sich die jeweiligen Zuständigkeiten teilweise ineinander verschränken.

Bezüglich der allgemeinen Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation sind in der Schweiz die politische Stabilität, Sicherheit und Lebensqualität hervorzuheben. Wegweisend ist zudem das Primat der Marktordnung und der Privatinitiative. Staatliche Regulationen und Interventionen erfolgen zurückhaltend. Die Märkte für Arbeit, Kapital, Güter und Dienstleistungen sind wettbewerbsgetrieben. Der Zugang zu den internationalen Märkten ist dank multi- und bilateraler Abkommen offen. Dies ermöglicht der Wirtschaft eine hohe Flexibilität und Mobilität. Auch verfügt die Schweiz über eine im internationalen Vergleich gut ausgebaute, moderne Infrastruktur. Zudem ist das fiskalische Umfeld relativ gut.

Zu den für Forschung und Innovation spezifischen Rahmenbedingungen zählt unter anderem die Wissenschaftsfreiheit. Weiter unterhalten Bund und Kantone ein Bildungssystem mit einem komplementären Angebot an berufspraktischen und akademischen Ausbildungen. Gleichzeitig ist das Bildungssystem sowohl innerhalb als auch zwischen den beiden Bildungsbereichen durchlässig. Dies garantiert die Ausbildung von gut qualifizierten Fach- und Führungskräften für den Einsatz entlang der gesamten Wertschöpfungskette, was ein zentraler Faktor für die F&I-Leistung der Schweiz ist. Weiter zeichnet sich diese durch bewährte F&I-Förderinstrumente und klare Regeln zum Schutz des geistigen Eigentums aus.

Akteure

Wichtigster Akteur für die Innovationskraft der Schweiz ist die Privatwirtschaft. Rund zwei Drittel der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (F&E-Aktivitäten) werden am Standort Schweiz von Grosskonzernen, aber auch von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) finanziert und durchgeführt. Die Privatwirtschaft,

deren Unternehmen oft auch international tätig sind, betreibt primär angewandte Forschung und technologische Entwicklung. Dabei arbeitet sie oft mit Hochschulen zusammen, insbesondere den Fachhochschulen.

Die Hochschullandschaft Schweiz bietet mit ihren universitären Hochschulen, welche die beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen (Zürich und Lausanne) und die zehn kantonalen Universitäten umfassen, sowie mit den Fachhochschulen und den pädagogischen Hochschulen ein vielfältiges Studien- und Forschungsangebot. Die Hochschulen erzielen international beachtete Leistungen. Die universitären Hochschulen betreiben hauptsächlich Grundlagenforschung und eine forschungsbasierte Lehre. Demgegenüber sind die Fachhochschulen auf die angewandte Forschung und Entwicklung (aF&E) ausgerichtet. Zum Leistungsauftrag der Hochschulen gehören neben Lehre (Aus- und Weiterbildung) und Forschung der Wissens- und Technologietransfer sowie Dienstleistungen für Dritte. Alle Hochschulen sind international vernetzt, was für die Schweizer Forschung und Innovation wichtig ist.

Im Weiteren leisten zahlreiche, vom Bund geförderte unabhängige Forschungseinrichtungen einen Beitrag zur Schaffung von wissenschaftlichem Mehrwert. Ein weiterer F&I-Akteur ist schliesslich die Bundesverwaltung selber mit ihrer Ressortforschung. Die Verwaltungsstellen führen diese selbst durch oder lassen sie durch Hochschulen oder private Unternehmen vornehmen.

Öffentliche Hand

Die öffentliche F&I-Förderung liegt im Wesentlichen in der Zuständigkeit des Bundes. Die Federführung haben im Wesentlichen das eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung sowie das ihm angegliederte Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.

Das Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation (FIFG) regelt als Rahmengesetz Aufgaben und Organisation der bundesseitigen F&I-Förderung. Es umfasst neben den nationalen auch die internationalen Förderaufgaben des Bundes. Weiter legt es Aufgaben, Verfahren und Zuständigkeiten der Förderorgane fest.

Gemäss dem Hochschulförderungs- und -koordinationsgesetz (HFKG) sorgt der Bund in Zusammenarbeit mit den Kantonen für die Koordination, die Qualität und die Wettbewerbsfähigkeit des schweizerischen Hochschulbereichs, der durch sein Engagement im Bereich der Forschung wesentliche Beiträge für nachgelagerte Innovationsaktivitäten leistet.

Die Kantone nehmen als Träger der Universitäten, Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen ebenfalls Zuständigkeiten in der F&I-Förderung wahr. Ferner unterstützen sie Unternehmensgründungen oder regionale Netzwerke alleine oder im Verbund mit anderen Kantonen. Städte und Gemeinden treten etwa bei der Errichtung von Technologie- und Innovationsparks als Akteure der Innovationsförderung auf.

Finanzen

Im Jahr 2017 wurden in der Schweiz Forschung und Entwicklung (F&E) für gesamthaft 22,5 Mrd. CHF beziehungsweise etwa 3,4% des Bruttoinlandprodukts durchgeführt (BFS, 2017). Damit zählt die Schweiz zu denjenigen Ländern, die verhältnismässig am meisten für Forschung und Entwicklung ausgeben.

Der grösste Teil der Aufwendungen entfällt auf die Privatwirtschaft, die rund zwei Drittel der F&E-Aktivitäten finanziert und selbst durchführt. Bund und Kantone finanzieren gut einen Viertel von F&E. Der grösste Teil der öffentlichen Mittel kommt dabei dem ETH-Bereich, den kantonalen Universitäten und den Fachhochschulen zugute.

Wesentlich sind auch die F&E-Aufwendungen von Zweigniederlassungen von Schweizer Unternehmen im Ausland, die im 2017 nur geringfügig kleiner waren als die Aufwendungen der Privatwirtschaft am Standort Schweiz.

Öffentliche F&I-Förderung

Zu den Grundsätzen der öffentlichen F&I-Förderung zählt das Bottom-up-Prinzip: Forschende und Unternehmen ergreifen von sich aus die Initiative für F&I-Aktivitäten und übernehmen Verantwortung und Risiken. Im internationalen Vergleich ist die Schweiz bezüglich der Top-down-Vorgabe von Themen und Programmen zurückhaltend. Zu den Grundsätzen zählt auch, dass öffentliche Gelder auf Gesuch hin im Wettbewerb und beurteilt nach Exzellenz vergeben werden. Fördergelder werden in der Regel nicht direkt an Unternehmen ausgerichtet. Weitere Merkmale sind die Flexibilität der Wirtschafts- und Hochschulakteure, die rasche Diffusion von Innovationen über Netzwerke sowie die Aufrechterhaltung der Attraktivität des hiesigen Bildungs- und Forschungsstandorts für Talente und Fachkräfte aus der ganzen Welt.

Der Bund betreibt F&I-Förderung primär über die zwei Förderorgane Schweizerischer Nationalfonds (SNF) und Schweizerische Agentur für Innovationsförderung Innosuisse. Beide begutachten und wählen Projekte aus, die im Wettbewerbsverfahren eingereicht werden. Der SNF ist die wichtigste Schweizer Institution zur Förderung wissenschaftlicher Forschung. Er schenkt dem wissenschaft-

lichen Nachwuchs besondere Aufmerksamkeit. Innosuisse ist die Förderagentur des Bundes für wissenschaftsbasierte Innovation. Sie setzt sich für den Wissenstransfer zwischen öffentlicher Forschung und Wirtschaft ein und fördert unter anderem wissenschaftsbasierte Start-ups.

Die beim Staatssekretariat für Wirtschaft Seco angesiedelte «Neue Regionalpolitik des Bundes» zielt auf die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Regionen durch Förderung von Unternehmertum und Innovation vor Ort. Auch die Kantone betreiben – teils mit Unterstützung der Regionalpolitik des Bundes – Innovations- und Wirtschaftsförderung. Bedeutsam sind zudem zahlreiche Stiftungen, die Forschung und Innovation fördern.

Internationale Zusammenarbeit

Grenzüberschreitende Kooperationen ermöglichen Schweizer Akteuren den Zugang zu internationalen Netzwerken und bringen der Schweiz wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Nutzen.

Zentral ist die Beteiligung der Schweiz an den Rahmenprogrammen für Forschung und Innovation der Europäischen Union (EU). Forschende in der Schweiz beteiligen sich seit 1988 an den EU-Forschungsrahmenprogrammen, entweder im Status der Schweiz als Drittstaat oder als assoziierte Partnerin. Die Forschungsrahmenprogramme der EU sind heute die wichtigste öffentliche Quelle zur Finanzierung der Forschung und Innovation von Schweizer Unternehmen und insbesondere von KMU.

Die Schweiz ist Mitglied und Partnerin in weiteren Programmen, Infrastrukturen und Initiativen der internationalen F&I-Zusammenarbeit. So ist sie beispielsweise Mitglied der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und Sitzstaat und Mitglied des Europäischen Laboratoriums für Teilchenphysik CERN in Genf. Dadurch haben Schweizer F&I-Akteure unter anderem Zugang zu kostenintensiven Forschungsinfrastrukturen für die Durchführung von Experimenten sowie zu vielfältigem Wissen.

Zudem verfügt der Bund über bilaterale Förderprogramme zur Zusammenarbeit mit aussereuropäischen Schwerpunktländern sowie über ein weltweites Netz mit Wissenschaftskonsulaten und Wissenschafts- und Technologieräten an Schweizer Botschaften.

Wissens- und Technologietransfer

Der Wissens- und Technologietransfer (WTT) sowohl zwischen Unternehmen als auch zwischen Unternehmen und Hochschulen ist für den Innovationserfolg immer wichtiger. Dabei geht es um den Austausch von Informationen, Kompetenzen und F&E-Resultaten sowie deren Überführen in marktfähige Produkte und Dienstleistungen.

Zur Förderung und Unterstützung des WTT sind im Lauf der Zeit Technologietransferstellen mit unterschiedlichen institutionellen und inhaltlichen Ausprägungen entstanden. Eine wichtige Rolle im WTT hat der Schweizerische Innovationspark inne, der über zwei Hub-Standorte im Umfeld der beiden ETH und an drei weiteren Netzwerkstandorten Wissenschaft und Wirtschaft miteinander vernetzt. Schliesslich unterhalten die meisten Kantone und viele grössere Städte Technoparks, in denen WTT stattfindet.

Teil B: Schweizer Forschung und Innovation im internationalen Vergleich

Teil B untersucht die internationale Stellung der Schweiz im Bereich Forschung und Innovation. Dazu wird sie mit anderen Industrieländern sowie Schwellenländern verglichen.¹ Insgesamt zeigt die Analyse ein sehr gutes Bild der Schweiz. Bei den meisten Indikatoren zur Messung der Investitionen, Wechselwirkungen und Leistungen des Forschungs- und Innovationssystems steht sie an erster Stelle.

Tendenziell verringern sich jedoch die Unterschiede zwischen den Vergleichsländern. Zudem stehen die Staaten, die sich in den letzten Jahren als Spitzenreiter in Forschung und Innovation etabliert haben (einschliesslich der Schweiz), heute im Wettbewerb mit Ländern wie China, Israel, Singapur oder Südkorea. Besondere Beachtung ist daher den Bereichen zu schenken, in denen die Schweiz ein Verbesserungspotenzial aufweist oder an Boden verlieren könnte.

Rahmenbedingungen

Gute Rahmenbedingungen sind eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg eines Landes im Bereich Forschung und Innovation. Neben Singapur und Dänemark ist die Schweiz hier führend: Die hohe politische Stabilität, hochwertige Infrastrukturen und öffentliche Dienstleistungen sowie gute Lebensbedingungen in den Wirtschaftszentren machen die Schweiz zu einem besonders attraktiven Forschungsstandort. Ein Pluspunkt für innovative Unternehmen sind auch die tiefen Unternehmenssteuern und der flexible Arbeitsmarkt.

Hinsichtlich E-Government liegt die Schweiz unter den Vergleichsländern hingegen auf den hinteren Rängen: Im internationalen Vergleich überzeugen weder die Verfügbarkeit noch die Qualität der öffentlichen Online-Dienste.

Bildung und Qualifikationen

Die Schweizer Forschung und Innovation können sich auf die Qualität des dualen Bildungssystems stützen, in dem die Berufsbildung eine wichtige Rolle spielt. Zudem zeichnet sich die Schweiz durch ein insgesamt hohes Bildungsniveau aus: 2018 verfügte über die Hälfte der Bevölkerung im Alter von 25 bis 34 Jahren über einen tertiären Bildungsabschluss. Nur Südkorea und Japan weisen hier noch höhere Werte auf. Bei den Personen mit einem tertiären Abschluss war in der Schweiz in den letzten 15 Jahren eine markante Trendumkehr bei den jungen Frauen und Männern zu verzeichnen: Während im Jahr 2005 lediglich 25 % der

jungen Frauen im Alter von 25 bis 34 Jahren über einen tertiären Bildungsabschluss verfügten (37 % der Männer), beträgt dieser Anteil mittlerweile 54 % (49 % der Männer).

Die Tertiärstufe ist in der Schweiz stark internationalisiert. Zusammen mit dem Vereinigten Königreich und Österreich gehört die Schweiz im Tertiärbereich zu den attraktivsten Ländern für ausländische Studierende. Dies gilt insbesondere für die Doktoratsstufe: In der Schweiz kommt über die Hälfte der Doktorierenden aus dem Ausland, und zu über drei Vierteln stammen sie aus der Europäischen Union.

Personal im Bereich Forschung und Innovation

Die Schweiz zeichnet sich durch ein hervorragendes Humankapital aus: Über 40 % der Schweizer Erwerbsbevölkerung befassen sich mit der Schaffung, Verbreitung und Anwendung von wissenschaftlichem und technologischem Wissen. In Bezug auf den Anteil der F&E-Mitarbeitenden an der Gesamtbeschäftigung liegt sie jedoch im Mittelfeld der Vergleichsländer und weist insbesondere einen verhältnismässig geringen Anteil von Forschenden auf. Bei diesen Indikatoren lassen die nordischen Staaten die anderen Länder klar hinter sich.

Die Rekrutierung von ausländischen Forschenden, Technikern² sowie von F&E-Unterstützungspersonal durch Privatunternehmen und Hochschulen ist für die Entwicklung der Forschungs- und Innovationsaktivitäten in der Schweiz von zentraler Bedeutung. Von 2000 bis 2017 hat sich die Zahl der ausländischen F&E-Mitarbeitenden an den Hochschulen und in den Unternehmen verdoppelt. 2017 entsprachen die ausländischen F&E-Mitarbeitenden 43 % des F&E-Personals der Hochschulen (28 % im Jahr 2000) und 42 % des F&E-Personals der Privatunternehmen (32 % im Jahr 2000). Zudem stammte über die Hälfte der Forschenden an den Hochschulen (52 %) und in der Privatwirtschaft (51 %) aus dem Ausland.

Bei den in der Schweiz tätigen Forschenden beträgt der Frauenanteil 35%; gegenüber den Vergleichsländern ist dies ein hoher Wert. Das Phänomen der «Leaky Pipeline» ist jedoch nach wie vor ausgeprägt: Während 53 % der Masterstudierenden Frauen sind, beträgt der Frauenanteil bei den ernannten Professoren und bei den leitenden Forschenden lediglich 23%. In der Schweiz ist der Anteil der ernannten Professorinnen und leitenden Forscherinnen in den Bereichen Medizinische Wissenschaften, Gesundheit und Naturwissenschaften geringer als in der Europäischen Union.

¹ Für die Analyse wurden die folgenden Länder berücksichtigt: China, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Israel, Italien, Japan, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Schweden, Singapur, Südkorea, das Vereinigte Königreich und die USA.

² Für die bessere Lesbarkeit des Textes verwenden wir nicht systematisch die männlichen und weiblichen Formen. Immer sind aber beide Geschlechter gemeint.

Finanzierung und Aufwendungen im Bereich Forschung und Entwicklung

Nach wie vor gehört die Schweiz hinter Südkorea und Israel zu den Ländern, die im Verhältnis zu ihrem BIP die höchsten Investitionen in F&E tätigen. Wie in den meisten Vergleichsländern tragen auch in der Schweiz die privaten Unternehmen über 60 % der betreffenden Gesamtausgaben. Auch die Schweizer Hochschulen spielen eine wichtige Rolle, zumal sie nahezu das restliche Drittel der gesamten F&E-Ausgaben übernehmen.

Zum ersten Mal seit dem Jahr 2000 hat sich 2017 in der Schweiz das Wachstum der gesamten Intramuros-F&E-Ausgaben (Ausgaben für F&E-Aktivitäten in der Schweiz) deutlich verlangsamt. Die Betrachtung nach Sektoren zeigt, dass vor allem Unternehmen mit mindestens 100 Angestellten zum ersten Mal ihre Ausgaben für F&E-Aktivitäten nicht erhöht haben.

Wie in den meisten Vergleichsländern stammt der grösste Teil der F&E-Mittel auch in der Schweiz aus dem Privatsektor.

Die staatliche Finanzierung von Intramuros-F&E-Ausgaben hat in der Schweiz jedoch einen hohen Stellenwert: Innerhalb von zehn Jahren hat die Finanzierung von F&E-Ausgaben durch die öffentliche Hand (Bund und Kantone) – gemessen am Verhältnis der gesamten staatlichen Finanzierung zum BIP – in der Schweiz unter allen Vergleichsländern am stärksten zugenommen.

Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der Europäischen Union

Die Teilnahme an den Forschungsrahmenprogrammen (FRP) der Europäischen Union gehört zu den Prioritäten der schweizerischen Forschungs- und Innovationspolitik. Mit der Beteiligung an diesen Programmen haben Institutionen, Unternehmen und Forschende in der Schweiz die Möglichkeit, mit führenden ausländischen Partnern zusammenzuarbeiten, Wissen auszutauschen und gemeinsame erstklassige Infrastrukturen zu nutzen.

Seit 1992 hat sich die Anzahl der Schweizer Beteiligungen an den FRP versechsfacht. Diese sind für die Forschungsprojekte von Institutionen des ETH-Bereichs und der kantonalen Universitäten von grosser Bedeutung. Seit 1992 haben die Institutionen des ETH-Bereichs insgesamt 2,3 Mrd. CHF und die kantonalen Universitäten 1,7 Mrd. CHF erhalten. Überdies sind die FRP die wichtigste öffentliche Finanzierungsquelle für Forschungs- und Innovationsaktivitäten von KMU (820 Mio. CHF seit 1992) und der Schweizer Industrie (638 Mio. CHF seit 1992).

Aufgrund der Annahme der sogenannten Masseneinwanderungsinitiative im Jahr 2014 wird die Schweiz am Ende des 8. FRP Horizon 2020 (2014–2020) weniger Beteiligungen aufweisen als im Rahmen des 7. FRP (2007–2013). Werden jedoch die Anzahl der Schweizer Beteiligungen im Rahmen von Horizon 2020 und die Gesamtsumme der den Schweizer Institutionen gewährten

Beiträge berücksichtigt, ist die Schweiz von allen Nicht-EU-Ländern der wichtigste Partner der europäischen Forschung. Ausserdem bestätigt die hohe Erfolgsquote der Schweizer Projektanträge für FRP, dass die Schweizer Forschung von guter Qualität ist.

Wissenschaftliche Publikationen

In der Schweiz und in Dänemark werden die meisten wissenschaftlichen Publikationen pro Kopf verfasst. Trotz der zunehmenden Konkurrenz durch Länder wie China und Singapur wird in der Schweiz im Verhältnis zu ihrer geringen Grösse weiterhin ein ansehnliches Volumen von wissenschaftlichen Publikationen erarbeitet, die einen hohen Impact aufweisen.

Hinsichtlich Publikationsaufkommen und Impact haben die Forschungsbereiche «Klinische Medizin», «Life Sciences» sowie «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» in der Schweiz eine dominante Stellung. Darüber hinaus erzielen die Schweizer Publikationen im Bereich «Technische und Ingenieurwissenschaften, Informatik» trotz ihres geringen Anteils an der Gesamtzahl der Publikationen auf internationaler Ebene einen hohen Impact.

Der Erfolg der Schweiz in der Forschung und bei den wissenschaftlichen Publikationen ist teilweise darauf zurückzuführen, dass sie international stark vernetzt ist und vielfach mit ausländischen Institutionen zusammenarbeitet. Im Zeitraum 2014 bis 2018 waren 85 % der Schweizer Publikationen das Ergebnis einer internationalen Zusammenarbeit.

Patente

Patentanmeldungen geben Aufschluss darüber, wie das aus der Forschung eines Landes resultierende Wissen technologisch und kommerziell genutzt wird.

Im Verhältnis zur Einwohnerzahl weist die Schweiz am meisten internationale Patentanmeldungen auf, gefolgt von Japan und Schweden. Was Patente betrifft, arbeitet die Schweiz von allen Ländern am intensivsten mit dem Ausland zusammen: 42 % der international patentierten Erfindungen sind das Ergebnis internationaler Kooperationen, wobei 30 % auf die Zusammenarbeit mit Forschenden aus der Europäischen Union zurückgehen.

Das in der Schweiz erworbene Wissen wird auch von ausländischen Unternehmen genutzt: Rund ein Drittel der internationalen Patentanmeldungen, die unter dem Namen von in der Schweiz tätigen Forschenden eingereicht werden, ist in der Hand ausländischer Unternehmen. Was ausländische Investitionen für die Entwicklung von neuem Wissen anbelangt, gehört die Schweiz damit zu den fünf attraktivsten Ländern.

In den Technologiebereichen ist die Schweiz insbesondere auf Gesundheits- und Biotechnologien spezialisiert. Nicht zu ihren spezifischen Spezialisierungen gehören dagegen die Bereiche Umwelt-

technologien (in denen Japan führend ist), Nanotechnologien (die von Singapur dominiert werden) sowie Informations- und Kommunikationstechnologien (bei denen China an der Spitze liegt).

Informations- und Kommunikationstechnologie

Im internationalen Vergleich fällt die starke digitale Ausrichtung der Schweiz auf. Ein bedeutender Teil der Erwerbsbevölkerung ist in der Produktion von Gütern der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und Dienstleistungen beschäftigt, insbesondere in der Entwicklung von Software und Datenbanken. Diese IKT-Arbeitsplätze sind zum Teil darauf zurückzuführen, dass seit Anfang der 2000er Jahre im Rahmen der beruflichen Grundbildung eine grosse Zahl von IKT-Spezialisten ausgebildet wurde.

Im Vergleich zu den führenden Ländern (USA, Israel, Südkorea) werden in der Schweiz im Bereich IKT-Forschung und -Innovation zwar verhältnismässig wenige F&E-Ausgaben und Risikokapitalinvestitionen in den IKT-Sektor getätigt, aber die Informatikpublikationen und die Patente im Bereich künstliche Intelligenz aus der Schweiz gehören punkto Qualität zu den besten weltweit.

Im Bereich Cybersicherheit gehört die Schweiz jedoch zu den Vergleichsländern, die am wenigsten gut vorbereitet sind. Die Schweizer Unternehmen, vor allem die KMU, nutzen auch Cloud-Computing-Dienste weniger häufig als die Unternehmen in den meisten Vergleichsländern (namentlich in den nordischen Staaten).

Wissens- und Technologietransfer

In der Schweiz sind die engen Beziehungen zwischen Hochschulen und Unternehmen ein Erfolgsfaktor für die Forschung und die Innovation. Der Wissens- und Technologietransfer (WTT) sorgt für diesen Wissensaustausch zwischen öffentlichen wissenschaftlichen Instituten und privaten Unternehmen. Die WTT-Aktivitäten sind eine Voraussetzung, um Kooperationsnetze zur Entwicklung von Innovationen zu schaffen, wissenschaftliche Erkenntnisse wirtschaftlich zu nutzen und Praxiswissen in die akademische Forschung einzubringen.

Etwa jedes vierte Schweizer Unternehmen ist an WTT-Aktivitäten beteiligt. Diese Aktivitäten werden zumeist durch informelle Kontakte (z.B. an Konferenzen oder bei der Konsultation wissenschaftlicher Publikationen) sowie durch direkte Kontakte zwischen Unternehmen und Hochschulen (Studierende, Absolventinnen und Absolventen oder Forschende) realisiert. Das Hauptmotiv von Unternehmen zur Beteiligung am WTT besteht darin, Humankapital zu rekrutieren und – in geringerer Masse – Zugang zu Forschungsergebnissen zu erhalten. In der Schweiz sind die Fachhochschulen und die Eidgenössischen Technischen Hochschulen die wichtigsten Partner der Unternehmen für den WTT.

Doch auch in unserem Land besteht eine sehr starke Korrelation zwischen der Unternehmensgrösse und der Intensität von

WTT-Aktivitäten. Zudem betont ein erheblicher Teil der Unternehmen, dass mangelndes Interesse und fehlende interne Ressourcen für die Durchführung von F&E sie daran hindern, an WTT-Aktivitäten teilzunehmen. Fehlendes Interesse von Hochschulen an F&E-Fragen von Unternehmen und ein gewisser Mangel an unternehmerischem Denken seitens der Hochschulen werden ebenfalls als Faktoren angeführt, die den WTT behindern.

Unternehmertum

Jungunternehmen können neue oder verbesserte Produkte anbieten und bereits etablierte Unternehmen in spezifischen Kompetenzbereichen unterstützen. Deshalb sind die unternehmerische Tätigkeit und das unternehmerische Denken in der Bevölkerung eines Landes für die Entwicklung von Innovationen von entscheidender Bedeutung.

In der Schweiz nehmen am ehesten die 25- bis 34-Jährigen sowie die 45- bis 54-Jährigen eine unternehmerische Tätigkeit auf. Allerdings ist der Anteil der Erwerbspersonen, die ein neues Unternehmen gegründet haben oder ein solches leiten, tiefer als in den USA, in Südkorea und in Israel. Die Erwerbsbevölkerung in der Schweiz gibt vor allem an, nicht über die erforderlichen Fähigkeiten zur Gründung eines Unternehmens zu verfügen und Angst vor dem Scheitern zu haben. Zudem scheint das Unternehmertum als Karriereschritt in der Schweiz weniger angesehen zu sein als in der grossen Mehrheit der Vergleichsländer.

Abgesehen vom Zugang zu Finanzmitteln – eine Rahmenbedingung, die in den USA sehr günstig ist – bietet die Schweiz relativ gute Voraussetzungen für die Gründung von innovativen Jungunternehmen. In Europa sind besonders in den Niederlanden und in Österreich die Rahmenbedingungen zur Unternehmensgründung vielversprechend.

Innovationsaktivitäten der Unternehmen

Der Anteil der innovativen Unternehmen ist in der Schweiz rückläufig. In der Industrie sank er zwischen 2006 und 2016 von 67 % auf 55 %. Im Dienstleistungssektor ging der Anteil der innovativen Unternehmen im gleichen Zeitraum von 54 % auf 44 % zurück. Während diese beiden Anteile zu Beginn der 2000er Jahre die höchsten unter den Vergleichsländern waren, gehört die Schweiz heute zwar immer noch zur Spitzengruppe, liegt jedoch hinter Finnland und den Niederlanden. Diese beiden Länder haben seit 2012 einen starken Zuwachs verzeichnet. Die neusten Resultate von 2016 zeigen ausserdem, dass die Unterschiede zwischen den Ländern erheblich abgenommen haben. In der Schweiz liegt der Anteil der innovativen Produkte am Umsatz der Industrieunternehmen im Durchschnitt der Vergleichsländer (an der Spitze stehen Deutschland und die Niederlande). Bei den Dienstleistungsunternehmen ist dieser Anteil gegenüber den Vergleichsländern relativ hoch (nur die italienischen Unternehmen schneiden noch etwas besser ab). Unter Berücksichtigung der Unternehmensgrösse sind

es die kleinen Schweizer Dienstleistungsunternehmen (10 bis 49 Angestellte), bei denen der Anteil der innovativen Produkte an ihrem Umsatz am höchsten ist.

Die Schweizer Unternehmen vertreiben jedoch weniger Marktneuheiten als die meisten Vergleichsländer (vor allem die Niederlande und Italien). Dies gilt insbesondere für den Dienstleistungssektor. In den meisten Fällen sind die vermarkteten Innovationen nur für das Unternehmen neu. In der Schweiz gibt es somit nur wenige innovative Unternehmen, die Produkte oder Dienstleistungen lancieren, die es zuvor auf dem Markt noch nicht gab.

Strukturwandel

Die Schweiz gehört zu den Industrieländern, die in der Lage sind, aktiv auf neue Marktentwicklungen einzugehen, das Potenzial des technologischen Wandels zu nutzen und auf strukturelle Veränderungen der Nachfrage und des Wettbewerbs zu reagieren. Forschungs- und innovationsintensive Branchen, die in den Teilsektoren Hightech-Industrie und moderne Dienstleistungen zusammengefasst sind, machen mehr als die Hälfte der nominalen Wertschöpfung aus. Nur die USA, Deutschland und Südkorea weisen ähnlich hohe Anteile auf.

Seit dem Jahr 2000 hat sich in der Schweiz der Anteil der Lowtech-Industrie an der nominalen Wertschöpfung deutlich verringert. Demgegenüber ist der Anteil der Dienstleistungen an der nominalen Wertschöpfung angestiegen. Diese Entwicklung ist in fast allen Vergleichsländern zu beobachten. Wie in den meisten Vergleichsländern ist diese Zunahme auch in der Schweiz, hauptsächlich auf den höheren Anteil der modernen Dienstleistungen an der nominalen Wertschöpfung zurückzuführen.

Vergleich mit führenden Innovationsregionen

Der Vergleich der Schweiz mit 21 führenden internationalen Regionen, die stark auf Forschung und Innovation ausgerichtet sind, bestätigt ihre insgesamt sehr gute Position. Die Schweiz hebt sich von diesen Regionen jedoch weniger deutlich ab als bei der Gegenüberstellung mit den Vergleichsländern.

So liegt der Anteil der Intramuros-F&E-Ausgaben im Verhältnis zum BIP in acht anderen führenden Innovationsregionen, darunter in der San Francisco Bay Area und im Grossraum Daejeon, deutlich höher. Was die Nachbarländer betrifft, investiert nur die Region Baden-Württemberg im Verhältnis zu ihrem BIP mehr in F&E als die Schweiz.

In Bezug auf die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen pro Kopf wird die Schweiz nur von drei nordamerikanischen Regionen übertroffen: von den Grossräumen Boston und New York sowie von der San Francisco Bay Area. In Europa liegt der Grossraum Paris nicht weit unter dem Niveau der Schweiz.

Bei den Patenten pro Kopf wird die Schweiz nur von der San Francisco Bay Area überflügelt. In Europa kommen der Grossraum Paris und die deutschen Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg der Schweiz am nächsten, doch mit deutlichem Abstand.

Obwohl die Zahl der innovativen Unternehmen in der Schweiz abnimmt, weist nur die Region Baden-Württemberg einen höheren Anteil von innovativen Unternehmen an der Gesamtzahl der Unternehmen auf. Die beiden Regionen Bayern, Lombardei / Piemont weisen ähnlich hohe Anteile wie die Schweiz auf.

Was schliesslich den Beschäftigungsanteil in den wissensintensiven Branchen betrifft, liegt die Schweiz an sechster Stelle. Die ersten drei Ränge belegen Baden-Württemberg, Bayern und der Grossraum Paris.

Teil C: Spezifische Themen

Teil C besteht aus sieben wissenschaftlichen Studien zu ausgewählten Themen mit zentraler Bedeutung für das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem.

Studie 1: Beitrag der Berufsbildung zu Innovation

In der Schweiz leistet die Berufsbildung einen wesentlichen Beitrag zur Innovation in Betrieben und zur Innovationsfähigkeit der Gesamtwirtschaft. Sie sichert die für Innovationen notwendigen beruflichen Qualifikationen der Arbeitnehmer und bietet ihnen vielfältige Möglichkeiten für Höherqualifizierungen. Damit hilft sie, Innovationen voranzutreiben und schafft optimale Voraussetzungen für die Bewältigung von innovationsbedingtem Wandel am Arbeitsmarkt. In der Studie werden die für die Innovationsfähigkeit wichtigen Merkmale des Berufsbildungssystems der Schweiz herausgearbeitet und die wesentlichen Herausforderungen aufgezeigt. Dabei werden drei Ebenen (System, Betrieb und Individuum) unterschieden.

Studie 2: Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation

Mit fast zwei Dritteln der an den Hochschulen erfassten Personen kommt den Geistes- und Sozialwissenschaften im schweizerischen Bildungs-, Forschungs- und Innovationssystem eine bedeutende Stellung zu. Ihr Beitrag zu Innovation wird jedoch oft nicht erkannt beziehungsweise nicht richtig wahrgenommen. Die Studie geht deshalb der Frage nach, welchen Beitrag die Geistes- und Sozialwissenschaften sowohl zu den kommerziellen als auch zu den sogenannten sozialen Innovationen leisten. Aus den Erkenntnissen der Studie wird ersichtlich, dass Innovationen das Ergebnis eines disziplinenübergreifenden Beitrags sind. Innovation lässt sich somit nicht bloss unter dem Gesichtspunkt der sogenannten exakten Wissenschaften betrachten. Über ihre spezifischen Funktionen – Entwickeln und Organisieren, Sinn verleihen, einen Rahmen vorgeben und in der Gesellschaft gemeinsam Innovationen einführen – kommt deshalb den Geistes- und Sozialwissenschaften im Schweizer Innovationssystem eine Schlüsselrolle zu.

Studie 3: Dienstleistungsinnovationen

Der Dienstleistungssektor spielt in der Schweizer Wirtschaft eine bedeutende Rolle. Die Bedingungen, Verfahren und Auswirkungen von Innovationen in diesem Sektor werden jedoch noch (zu) wenig verstanden. Dieses Wissensdefizit ist besonders gravierend in einer Zeit, in der die Digitalisierung ständig neue Anwendungsfelder eröffnet. In der Untersuchung werden drei ausgewählte Branchen in Form von Fallstudien im Hinblick auf Innovation und Strukturwandel näher untersucht: Zum einen die dem Wettbewerb aus-

gesetzten Branchen «wissensintensive Dienste» und «Banken», zum andern das Gesundheitswesen. Die Hauptideen aus den Fallstudien sind: 1) Zwischen Innovationen der untersuchten Branchen und herkömmlichen Innovationen in der Industrie bestehen erhebliche Unterschiede. 2) Durch Digitalisierung ermöglichte Innovationen haben verschiedene Effekte auf den Strukturwandel. 3) Es bestehen bedeutende Innovationspotenziale, aber auch Hemmnisse zur Steigerung der Produktivität verschiedener Dienstleistungen. 4) Aus- und Weiterbildung sowie eine intensivere Vernetzung können wesentlich zur Stärkung wissensintensiver Dienstleistungsinnovationen beitragen. 5) Für das Monitoring sind die etablierten und quantitativen Innovationserhebungen anzupassen und zu erweitern.

Studie 4: Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Unternehmen

Die Studie untersucht die Ausprägung und die Effektivität des Wissens- und Technologietransfers (WTT) zwischen den Hochschulen und Unternehmen in der Schweiz. Dazu führten die Autoren bei rund 6000 Unternehmen eine schriftliche Umfrage durch und nahmen ökonomische Schätzungen vor. Die Studienergebnisse verdeutlichen die hohe Relevanz des WTT in der Schweiz. Informelle Kontakte sowie Aus- und Weiterbildungsaktivitäten sind die wichtigsten Transferformen. Technologietransferstellen und die Förderagentur Innosuisse sind die wesentlichsten Vermittler und Akteure des WTT. Die Institutionen des ETH-Bereichs und die Fachhochschulen sind die häufigsten Transferpartner der Unternehmen. Hemm Gründe gegen den WTT haben seitens der Unternehmen im Zeitablauf insgesamt abgenommen. Oft sind fehlende Voraussetzungen in den Unternehmen Hemmnisse für die Beteiligung am WTT. F&E-aktive Unternehmen nennen teilweise Mängel an den Hochschulen als Eintrittsbarrieren für den WTT. Dazu zählen beispielsweise fehlende Informationen, fehlende Voraussetzungen für den Austausch von Know-how bei den Hochschulen, Kosten- und Risikoaspekte sowie organisatorische und institutionelle Hemmnisse.

Studie 5: Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschaftsorganisationen

Im Zentrum der Studie steht der Wissens- und Technologietransfer (WTT) von Hochschulen und Forschungsinstitutionen (Wissenschaftsorganisationen) in der Schweiz mit Unternehmen. Am wichtigsten ist der Wissensaustausch für die Institute der Fachhochschulen, die intensiv mit Schweizer KMU zusammenarbeiten. Bei den Instituten des ETH-Bereichs ist die Intensität des Wissensaustauschs ebenfalls hoch. Auffallend ist ihre vergleichsweise hohe Anzahl Patentanmeldungen, Lizenzverträge und Spin-offs. Bei den

kantonalen Universitäten findet sich eine Zweiteilung: Knapp die Hälfte der Institute, vielfach aus den Naturwissenschaften, zeigt ein mit den ETH-Instituten vergleichbares Verhalten. Die andere Hälfte fokussiert sich stärker auf die Grundlagenforschung und Lehre sowie auf Leistungen für die Gesellschaft (zum Beispiel medizinischen Leistungen). Bedeutende intermediäre Organisationen (z.B. öffentliche Förderagenturen, WTT-Stellen) zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine starke interne Verankerung an einer Hochschule oder Forschungsorganisation haben und Kenntnisse zu Märkten und Kunden aufweisen.

Studie 6: Schutz des geistigen Eigentums und Innovation in der Schweiz

Die Studie befasst sich mit dem Schweizer System zum Schutz des geistigen Eigentums und der Frage, wie es die Innovation unterstützt. Sie konzentriert sich auf eine bestimmte Art von geistigem Eigentum, nämlich Patente. In der Schweiz sind Patentierungen insgesamt verhältnismässig selten. Aufgrund der Globalisierung von Forschung und Entwicklung werden nur wenige der in der Schweiz entstehenden Innovationen beim Schweizer Patentamt als Prioritätsanmeldung hinterlegt. Schweizerische Patentbewerber melden ihre Patente oft beim Europäischen Patentamt an, um sie später in der Schweiz bestätigen zu lassen. Die für diese Untersuchung befragten Industrievertreter sehen das Patentsystem im Allgemeinen positiv, kritisieren jedoch häufig seine Kosten, Komplexität und Langsamkeit. Sie begrüßen die Schaffung des Bundespatentgerichts.

Studie 7: Digitalisierung als Treiber für innovative Geschäftsmodelle

Die digitale Transformation und damit verbundene Innovationen ermöglichen den Unternehmen zusätzliches Wachstum. Die Studie untersucht digitale Geschäftsmodelle in den drei Sektoren Banken und Versicherungen, Handel sowie verarbeitendes Gewerbe (aufgegliedert in Chemie- und Pharma- sowie Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie (MEM-Industrie)). Die Ergebnisse zeigen, dass sich in den drei Sektoren der Stand der Digitalisierung und der generelle Umgang mit dem Thema deutlich unterscheiden. So weist die MEM-Industrie bereits einen hohen Digitalisierungsgrad auf. Die grössten Hürden stellen Regularien und Sicherheitsbedenken der bestehenden Kunden dar. In allen betrachteten Sektoren besteht nach wie vor hohes Potenzial bei der weiteren Entwicklung digitaler Produkte und Serviceleistungen sowie beim Angebot ganzheitlicher Lösungen. Insbesondere das fundamentale Neudenken eines Geschäftsmodells fällt vielen Unternehmen aus allen Sektoren schwer. Eine Ausbildung zur Ermöglichung digitaler Geschäftsmodelle könnte diesbezüglich Abhilfe schaffen. Jedoch ist zu beachten, dass die digitale Transformation unterschiedlichen Pfaden folgen kann, weshalb jedes Unternehmen für sich den richtigen Weg und die richtige Geschwindigkeit ermitteln muss.



EINLEITUNG



Ziele und Struktur des Berichts

Wie schon der erste Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz» von 2016 soll der vorliegende Bericht die Leistungsfähigkeit des Schweizer Forschungs- und Innovationssystems (F&I-System) evaluieren, als Diskussionsgrundlage für die Identifizierung von Herausforderungen im BFI-Bereich dienen sowie insgesamt zu einem besseren Verständnis der Schweizer F&I-Landschaft beitragen. Er ist als Referenzwerk konzipiert und richtet sich in erster Linie an Politiker (unter anderem als Begleitinformation für die Behandlung der Botschaft des Bundesrats über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation).¹ Zum Zielpublikum zählen auch F&I-Förderinstitutionen und Bildungsinstitutionen (beispielsweise zur Vorbereitung ihrer Mehrjahresprogramme) sowie alle Personen, Organisationen und Unternehmen, die sich für Forschung und Innovation in der Schweiz interessieren, sei dies auf nationaler oder internationaler Ebene.

Der Bericht entstand unter der Leitung des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI). Dieses hat gezielt bundesexterne Experten aus Wissenschaft und Privatwirtschaft konsultiert sowie wichtige Akteure in die Berichtserstellung miteinbezogen (siehe Anhang 3). Dieses Vorgehen ermöglichte es, die Auswahl von den für die Schweizer Forschung und Innovation relevanten Themen und die Stringenz der Informationen sicherzustellen. Auch wurde so eine angemessene Behandlung der Fragen und eine ausgewogene Gewichtung der Standpunkte gewährleistet.

Der Bericht besteht aus drei Teilen:

1) Beschreibung des Schweizer F&I-Systems

Teil A beschreibt Rahmenbedingungen, Akteure, Zuständigkeiten und Finanzierung der Schweizer Forschung und Innovation sowie die wichtigsten nationalen und internationalen F&I-Förderinstrumente.

2) Analyse der Schweizer Forschung und Innovation im internationalen Vergleich

Teil B untersucht die Leistungsfähigkeit der Schweizer Forschung und Innovation anhand eines Vergleichs mit ausgewählten Ländern sowie Regionen, die stark auf Forschung und Innovation ausgerichtet sind.

3) Untersuchung von übergeordneten oder transversalen Fragestellungen mit zentraler Bedeutung für das Schweizer F&I-System

Teil C besteht aus sieben Studien zu ausgewählten Themen, die von Wissenschaftlern verfasst wurden.

Der Bericht schlägt keine Steuerungsmassnahmen vor. Auch übernimmt er nicht das strategische Controlling der schweizerischen F&I-Politik. Ebenso wenig ermittelt er, welche F&I-Aktivitäten für den Wohlstand der Schweiz förderlich sind. Forschung und Innovation wirken sich zwar positiv auf die Wirtschaft und die Gesellschaft aus. Trotzdem ist es äusserst schwierig oder gar unmöglich, die Wirkungen einzelner F&I-Aktivitäten zu bestimmen und exakte Kausalitäten herzustellen.

Definition von Forschung und Innovation

Der Bericht geht von einem breiten Verständnis von Forschung und Innovation aus, das technologische, wirtschaftliche und soziale Aspekte miteinschliesst.

Für Forschung und Innovation gibt es verschiedene Definitionen, die je nach Akteur (z.B. Forschende, akademische Institutionen oder Vertreter der Privatwirtschaft) unterschiedlich sind. Auch variieren sie je nachdem, ob sie sich auf Gesetzestexte oder von den F&I-Förderinstitutionen verwendete Konzepte abstützen (siehe Kasten).

Definitionen von Forschung und Innovation in der Schweiz

Gemäss **Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation (FIFG)** wird wissenschaftliche Forschung als methodengeleitete Suche nach neuen Erkenntnissen definiert, wobei diese primär auf einen allgemeinen Erkenntnisgewinn (Grundlagenforschung) oder einen Beitrag für praxisbezogene Problemlösungen ausgerichtet ist (anwendungsorientierte Forschung). Wissenschaftsbasierte Innovation beinhaltet die Entwicklung neuer Produkte, Verfahren, Prozesse und Dienstleistungen sowie deren Verwertung.

Der **Schweizerische Nationalfonds (SNF)** unterscheidet drei Typen von Forschung: Forschung zum allgemeinen Erkenntnisgewinn (Grundlagenforschung), auf eine spezifische Anwendung ausgerichtete Forschung (angewandte Forschung) sowie Forschung, die beide Komponenten aufweist (anwendungsorientierte Grundlagenforschung). Die dritte Kategorie wird in der Medizin als translationale Forschung bezeichnet.

Die **Schweizerische Agentur für Innovationsförderung Innosuisse** verwendet die Begriffe wissenschaftsbasierte Innovation und anwendungsorientierte Forschung.

¹ Der vorliegende Bericht löst den in der Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation 2017–2020 (BFI-Botschaft) festgehaltenen periodischen Auftrag für die Jahre 2017–2020 ein.

Die Definitionen für Forschung und Innovation können sich von Land zu Land unterscheiden. Um sämtliche wissenschaftlichen und technologischen Aktivitäten einzuschliessen und die internationale Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, wird im Bericht (wenn nicht ausdrücklich etwas anderes erwähnt ist) auf die international anerkannten Definitionen des Frascati Manual (OECD, 2015) und des Oslo Manual (OECD & Eurostat, 2018) Bezug genommen.

Forschung und Entwicklung gemäss Frascati Manual

Das Frascati Manual unterscheidet drei Typen von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (F&E-Aktivitäten):

- Grundlagenforschung besteht aus experimentellen Arbeiten, die in erster Linie auf die Gewinnung neuer Erkenntnisse zu den Grundlagen von Phänomenen und beobachtbaren Tatbeständen ausgerichtet sind. Dabei wird keine bestimmte Anwendung oder Umsetzung angestrebt.
- Angewandte Forschung besteht ebenfalls aus originären Arbeiten, die dem Erwerb neuer Erkenntnisse dienen. Sie ist jedoch primär auf ein bestimmtes Ziel oder einen Zweck mit praktischer Anwendung ausgerichtet.
- Experimentelle Entwicklung besteht aus systematischen Arbeiten, die sich auf bereits bestehende Erkenntnisse aus Forschung und Praxis stützen und neue Erkenntnisse schaffen. Ziel ist die Herstellung von neuen oder die Verbesserung von bereits bestehenden Produkten und Prozessen (OECD, 2015: S. 45).

Innovation gemäss Oslo Manual

In der im Jahr 2018 publizierten vierten Ausgabe des Oslo Manual wird Innovation wie folgt definiert:

«Eine Innovation ist ein neues oder verbessertes Produkt oder ein neues oder verbessertes Verfahren (oder eine Kombination von beiden), das sich merklich von den bisherigen Produkten oder Verfahren der Einheit unterscheidet und die potenziellen Nutzern bereitgestellt wurde (Produkt) oder von der Einheit eingesetzt wird (Verfahren).» (OECD & Eurostat: S. 20)²

Diese Definition schliesst alle Formen von Innovation³ mit ein wie Innovationen in Unternehmen, im öffentlichen Sektor, im Bereich der Künste sowie im sozialen Bereich. Innovationen können sowohl ökonomische als auch soziale Ziele verfolgen (OECD & Eurostat, 2018: Kapitel 1, § 1.1; Kapitel 2, § 2.2).⁴

² Originaltext: «An innovation is a new or improved product or process (or combination thereof) that differs significantly from the unit's previous products or processes and that has been made available to potential users (product) or brought into use by the unit (process).» (OECD & Eurostat, 2018: S. 20)

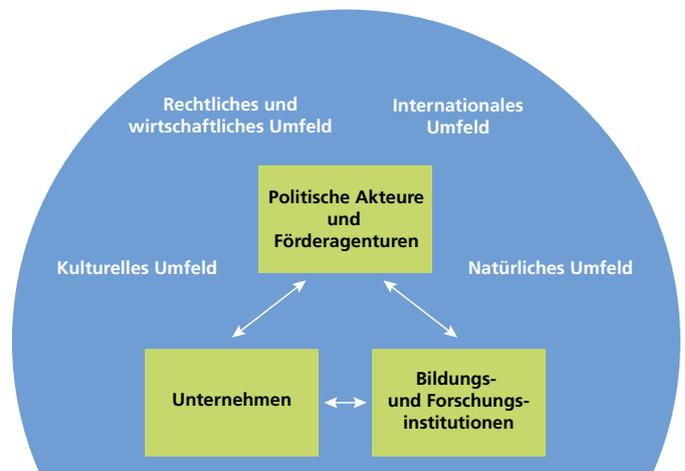
³ Der Fokus der Ausgabe 2018 des Oslo Manual liegt auf kommerzieller Innovation (Business Innovation).

⁴ Der Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation wird in Teil C in Studie 2 untersucht.

Verwendung der Begriffe «Forschung und Entwicklung» und «Forschung und Innovation»

Das Oslo Manual nennt acht Aktivitäten, die für die Entwicklung einer kommerziellen Innovation typisch sind.⁵ «Forschung und Entwicklung» ist eine davon. Im vorliegenden Bericht wird der Begriff «Forschung und Entwicklung» vor allem bei auf offiziellen Statistiken basierenden Aussagen verwendet, da sich diese Statistiken meistens auf die Messung von F&E-Aktivitäten beziehen (z.B. bezüglich Ausgaben und Personal). Geht es aber um weitere Forschung und Innovation betreffende Aktivitäten und Aspekte, die sich nicht ausschliesslich auf Forschung und Entwicklung beziehen (z.B. politische Massnahmen oder geistiges Eigentum), wird der Begriff «Forschung und Innovation» verwendet.

Das nationale Innovationssystem



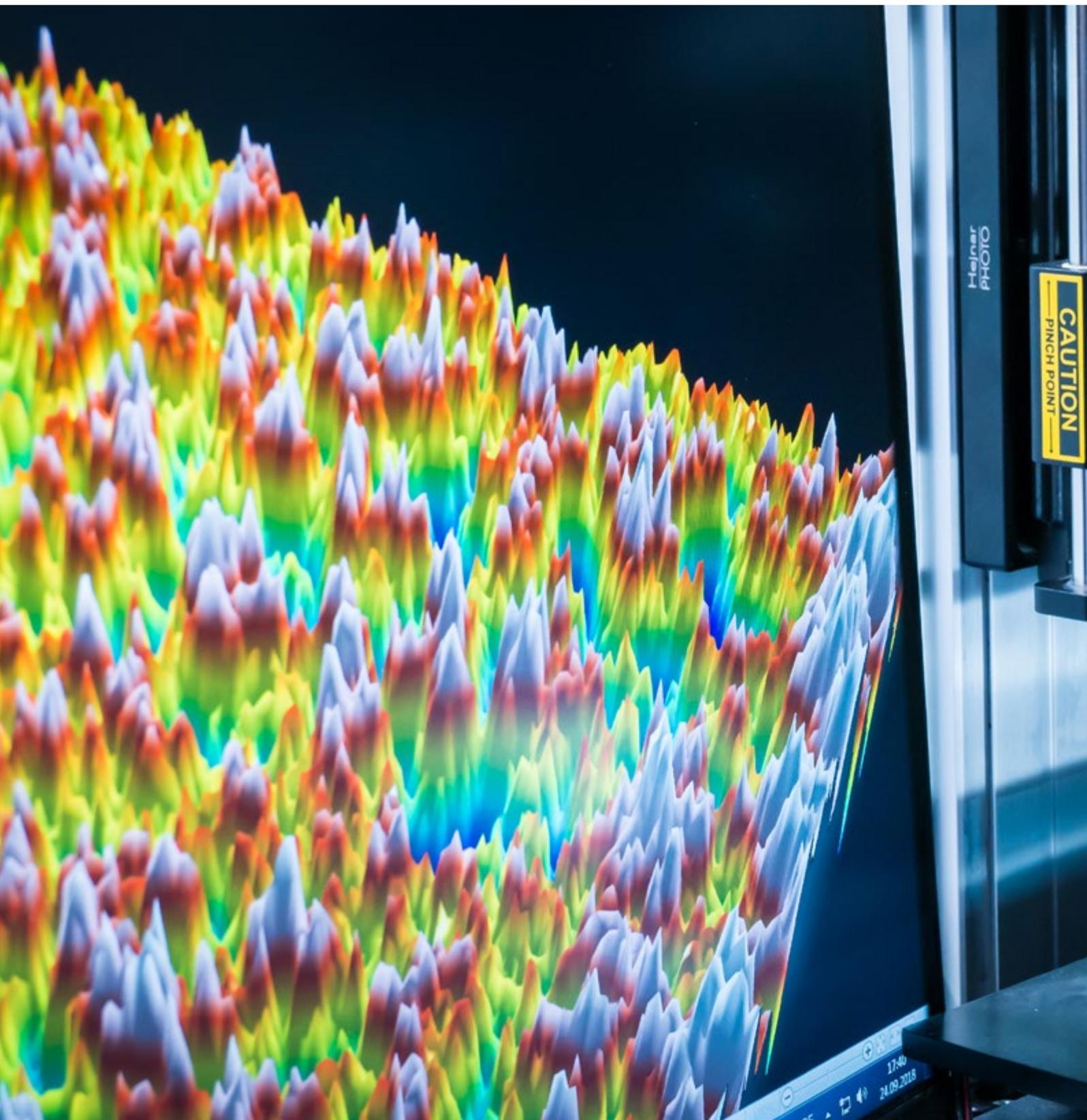
In Anlehnung an Lundvall (1992)

Eine breite Sicht auf Forschung und Innovation

Über die genannten Definitionen hinaus nimmt der vorliegende Bericht auf das Konzept des «nationalen Innovationssystems» (Lundvall, 1992; Nelson, 1993) Bezug. Damit wird die Perspektive erweitert und der Kontext berücksichtigt, in dem Forschung und Innovation stattfinden.

Dieser Ansatz berücksichtigt das Zusammenspiel von mehreren Akteuren und Institutionen sowie die sich daraus ergebenden Rückkoppelungseffekte und Synergien. Er impliziert unter anderem, dass Grundlagenforschung, anwendungsorientierte Forschung und Innovation keine lineare Abfolge bilden müssen. Anwendungsorientierte Forschung kann durchaus zu Fragestellungen für die Grundlagenforschung führen – und aus der Grundlagenforschung können sich direkt Anwendungen und Innovationen ergeben. Zudem entstehen Innovationen auch häufig ohne vorgängige F&E.

⁵ (1) F&E; (2) Ingenieurwesen, Design und andere kreative Tätigkeiten; (3) Marketing und Branding; (4) Schutz des geistigen Eigentums; (5) Personalschulung; (6) Software-Entwicklung und datenbankbezogene Tätigkeiten; (7) Kauf oder Leasing von Sachanlagen; (8) Innovationsmanagement (OECD & Eurostat, 2018: S. 34–35).



TEIL A: DAS SCHWEIZER FORSCHUNGS- UND INNOVATIONSYSTEM



Technologiekompetenzzentren sind nicht gewinnorientierte Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung. Diese führen mit Partnern aus der Privatwirtschaft Innovationsprojekte in der vorwettbewerblichen Phase durch, wobei sie eng mit den Hochschulen kooperieren. Zu den vom Bund subsidiär unterstützten Technologiekompetenzzentren zählt auch die Inspire AG für mechatronische Produktionssysteme und Fertigungstechnik in Zürich. Als strategischer Partner der ETH Zürich ist diese ein Kompetenzzentrum für den Technologietransfer zur Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie auf dem Gebiet der Produktionstechnik. Das Foto zeigt die Oberflächenanalyse eines 3D-gedruckten Bauteils. Bild: Inspire AG

Inhalt Teil A

1 Rahmenbedingungen	35
2 Akteure	36
2.1 Privatwirtschaft	36
2.2 Hochschulen	37
2.3 Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung	39
2.4 Bundesverwaltung	39
3 Zuständigkeiten der öffentlichen Hand	40
3.1 Bund	40
3.2 Kantone, Städte und Gemeinden	40
4 Finanzen	43
4.1 Finanzflüsse	43
4.2 F&E-Aufwendungen von Zweigniederlassungen von Schweizer Unternehmen im Ausland	44
5 Nationale, regionale und kantonale Förderung	44
5.1 Schweizerischer Nationalfonds	44
5.2 Innosuisse	45
5.3 Akademien der Wissenschaften Schweiz	46
5.4 Ressortforschung der Bundesverwaltung	46
5.5 Regionale, kantonale und kommunale F&I-Förderung	47
5.6 Stiftungen	47
6 Internationale Zusammenarbeit	48
6.1 Rahmenprogramme für Forschung und Innovation der Europäischen Union	48
6.2 Bildungs- und Mobilitätsprogramme der Europäischen Union	48
6.3 Programme, Infrastrukturen und Initiativen für die internationale Forschungs- und Innovationszusammenarbeit	48
6.4 Bilaterale Forschungs- und Innovationszusammenarbeit und swissnex Netzwerk	49
7 Wissens- und Technologietransfer	50
7.1 Technologietransferstellen	50
7.2 Public-Private-Partnerships und Technologiekompetenzzentren	50
7.3 Schweizerischer Innovationspark	51
Anhang	52

Teil A¹ gibt einen Überblick über das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem (F&I-System).² Er beschreibt die Rahmenbedingungen, die Akteure, die Zuständigkeiten der öffentlichen Hand und die rechtlichen Grundlagen. Auch erläutert er die Finanzierung von Forschung und Innovation, die wichtigsten nationalen und internationalen Instrumente zur Förderung von Forschung und Innovation sowie den Wissens- und Technologietransfer.

1 Rahmenbedingungen

Günstige Rahmenbedingungen sind zentrale Voraussetzung für hohe F&I-Leistungen und eine erfolgreiche Positionierung der Schweiz im internationalen Wettbewerb.

Zu den allgemeinen, als positiv wahrgenommenen Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation zählen in der Schweiz die politische Stabilität sowie Sicherheit und Lebensqualität. Diese schaffen ein günstiges Umfeld für die langfristige Durchführung von erfolgreichen F&I-Aktivitäten und die Ansiedlung von innovativen Unternehmen. Auch sind sie zentral für die Gewinnung von talentierten Personen aus dem Ausland. Diese sind für die Schweiz, die aufgrund ihrer Grösse über beschränkte personelle Ressourcen verfügt, eminent wichtig.

Weiter zeichnet sich die Schweiz aus durch eine wettbewerbsgetriebene Marktordnung und das Primat der Privatinitiative bei im internationalen Vergleich wenigen staatlichen Regulationen und Interventionen. Die verschiedenen Märkte für Arbeit, Kapital, Güter und Dienstleistungen sind weitgehend wettbewerbsgetrieben. Der Zugang zu den internationalen Märkten ist dank bilateralen und multilateralen Abkommen frei und offen. Dies erlaubt der Wirtschaft, flexibel zu reagieren, Neuerungen rasch aufzunehmen und Innovationen voranzutreiben.

Auch verfügt die Schweiz über eine im internationalen Vergleich gut ausgebaute, stetig modernisierte Infrastruktur. Zudem ist das fiskalische Umfeld relativ gut (siehe Teil B, Kapitel 1).

Zu den für Forschung und Innovation spezifischen Rahmenbedingungen zählt unter anderem die Wissenschaftsfreiheit. Gemäss der Bundesverfassung (BV) achtet und fördert der Staat die Wissenschaftsfreiheit der Individuen und Institutionen (Art. 20 BV; Schweizer, 2011). Jedoch verpflichtet die Bundesverfassung den Gesetzgeber auch, der Forschung Schranken zu setzen. So sind beispielsweise Mensch und Umwelt vor Missbräuchen der Gentechnologie zu schützen (Art. 120 BV).

Neuere Entwicklungen im fiskalischen Umfeld

In der Schweiz wurden bisher weniger fiskalische Anreize für Forschung und Innovation gewährt als in anderen Ländern. Seit 1. Januar 2020 können Erträge in Zusammenhang mit Patenten und vergleichbaren Rechten auf kantonaler Ebene ermässigt besteuert werden. Zudem können die Kantone zusätzliche Steuerabzüge für Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen (F&E-Aufwendungen) gewähren.³

Das Schweizer Bildungssystem

Die Kantone und der Bund unterhalten ein Bildungssystem mit einem komplementären Angebot an berufspraktischen und akademischen Ausbildungen. Beide Bildungswege gelten als «gleichwertig, aber andersartig». Jede Person soll den Weg wählen, der ihren Neigungen und Fähigkeiten entspricht.

Gleichzeitig ist das Schweizer Bildungssystem sowohl vertikal als auch horizontal zwischen den berufsbildenden und akademischen Bildungsbereichen von einer hohen Durchlässigkeit geprägt. Der Grundsatz «Kein Abschluss ohne Anschluss» ist eine Voraussetzung für das lebenslange Lernen.

Übergeordnetes Ziel des Schweizer Bildungssystems ist die Ausbildung von gut qualifizierten Fach- und Führungskräften für einen Einsatz entlang der gesamten Wertschöpfungskette, was für die F&I-Leistung der Schweiz von grosser Bedeutung ist.

Das ausdifferenzierte Bildungssystem mit seinen erstklassigen Hochschulen und der starken, praxisorientierten Berufsbildung ist eine weitere grundlegende Herausforderung für die Schweizer Forschung und Innovation.

Zudem verfügt die Schweiz über bewährte F&I-Förderinstrumente (siehe Kapitel 5) und klare Regeln zum Schutz des geistigen Eigentums (siehe Teil C, Studie 6).

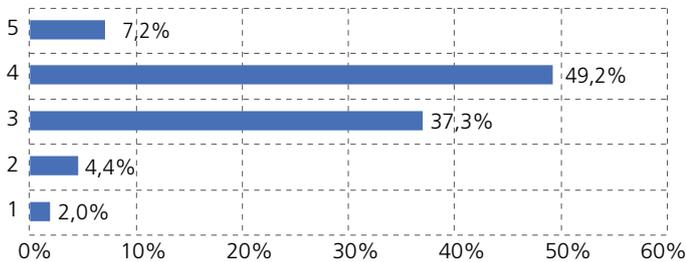
Der Erfolg von Forschung und Innovation ist auch von der Wahrnehmung und Bewertung durch die Schweizer Bevölkerung abhängig. Diese ist sich der Bedeutung der Wissenschaft bewusst und steht ihr mit grossem Vertrauen gegenüber (Abbildung A 1.1).

¹ Teil A basiert auf einem von Prof. em. Beat Hotz-Hart (Universität Zürich) für den Bericht 2016 verfassten Text. Dieser wurde für den vorliegenden Bericht vom SBFI und von Dr. Urs Hafner (Wissenschaftsjournalist) überarbeitet.

² Zur Unterscheidung von «Forschung und Innovation (F&I)» und «Forschung und Entwicklung (F&E)» siehe Einleitung zum gesamten Bericht.

³ Diese Neuerungen ergeben sich durch die Annahme des Bundesgesetzes über die Steuerreform und die AHV-Finanzierung (STAF) durch die Schweizer Stimmberechtigten im Mai 2019. Weiter werden möglicherweise Ergebnisse des OECD-Projekts «Steuerliche Herausforderungen durch die Digitalisierung der Wirtschaft» das Schweizer Unternehmersteuerrecht beeinflussen. Die OECD arbeitet an Anpassungen der geltenden Prinzipien für die Besteuerung multinationaler Unternehmen. Die Ergebnisse sind für 2020 geplant (OECD, 2019a).

Abbildung A 1.1: Vertrauen der Schweizer Bevölkerung in die Wissenschaft allgemein, 2019



Skala von 5 «sehr hoch» bis 1 «sehr gering»

Rundungsdifferenzen möglich

Quelle: Erhebung Wissenschaftsbarometer (2019; n=1043), Bearbeitung SBFI

Während die Privatwirtschaft rund zwei Drittel der F&E-Aktivitäten finanziert und durchführt, setzt sich die öffentliche Hand vor allem für optimale Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation ein.

2 Akteure

Zu den wichtigsten Forschungs- und Innovationsakteuren gehören in der Schweiz die Privatwirtschaft, der Hochschulbereich (die beiden Eidgenössisch Technischen Hochschulen sowie die kantonalen Universitäten, Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen), die Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung⁴ sowie Bund und Kantone. Weiter sind auch die Berufsbildung und deren Akteure für Innovation bedeutsam.

2.1 Privatwirtschaft

Die Privatwirtschaft spielt eine zentrale Rolle für die Schweizer Forschung und Innovation. Sie widmet sich primär der angewandten Forschung und Entwicklung (aF&E) und der Umsetzung von Wissen in marktfähige Innovationen. Dabei arbeitet sie oft mit Hochschulen und anderen von der öffentlichen Hand finanzierten Institutionen zusammen. Einige Grosskonzerne betreiben zudem auch Grundlagenforschung.

Zwei Drittel der F&E-Aktivitäten werden in der Schweiz von der Privatwirtschaft finanziert und durchgeführt. Dabei kamen die Grossunternehmen im Jahr 2017 für 84 % und die KMU für 16 % der F&E-Aufwendungen der Privatwirtschaft auf (BFS, 2019a).⁵

⁴ Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung leisten einen Beitrag zur Generierung von wissenschaftlichem Mehrwert in den betroffenen Fachbereichen und ergänzen die Forschungsaktivitäten an der Hochschulen und des ETH-Bereichs.

⁵ Als KMU gelten kleine (1 bis 49 Beschäftigte) und mittlere Unternehmen (50 bis 249 Beschäftigte), als Grossunternehmen solche mit 250 und mehr Beschäftigten (OECD, Eurostat). Demnach sind über 99% der Unternehmen in der Schweiz KMU und weniger als ein Prozent Grossunternehmen.

F&E-Aufwendungen sind aber nicht der einzige Treiber für Innovation. Partnerschaften und die Einbindung von Kunden und Hochschulen sind ebenfalls Innovationsfaktoren.

Insgesamt hat sich aber der Anteil der F&E betreibenden Unternehmen in der Schweiz in den letzten Jahren nahezu halbiert. Ein wichtiger Grund dafür ist der Umstand, dass die F&E-Tätigkeiten der KMU seit 2000 kontinuierlich zurückgehen.⁶ Das F&E-Engagement der grossen Unternehmen weist dagegen seit 2009 einen Aufwärtstrend auf und liegt damit deutlich über dem Durchschnitt der Gesamtwirtschaft.

Obwohl die Zahl der F&E-aktiven Unternehmen abgenommen hat, ist die Entwicklung der F&E-Aufwendungen als Anteil an deren Umsatz positiv. Dies bedeutet, dass sich die F&E-Aktivitäten zunehmend bei weniger Unternehmen konzentrieren, die ihrerseits die Innovationskraft der Gesamtwirtschaft entsprechend schwergewichtig prägen (Spescha & Wörter, 2018 und 2019).

Die Grossunternehmen, die F&E finanzieren und durchführen, sind vor allem in der Pharma-, der Chemie-, der Nahrungsmittel- und der Maschinenbranche tätig.

Die Anzahl der F&E betreibenden KMU geht zwar seit Anfang der 2000er Jahre zurück (siehe oben). Dennoch spielen KMU weiterhin eine zentrale Rolle für die Innovationsleistung der Schweiz. Im europäischen Vergleich rangieren sie insbesondere bei der Einführung von Marketing- und Organisationsinnovationen auf dem ersten Rang (European Commission, 2019). Bedeutend ist ihre Zusammenarbeit mit den Grosskonzernen in Forschung und Innovation. Als Zulieferer stellen sie diesen hochspezialisierte Komponenten zur Verfügung. Dadurch integrieren die KMU ihre F&E-Aktivitäten in die Wertschöpfungsketten von Grosskonzernen und besetzen so Nischenmärkte.

Ein geeigneter Weg, neues Wissen und neue Technologien im Markt zu verbreiten, ist die Gründung von innovativen Unternehmen.⁷ Dabei liegt ihre volkswirtschaftliche Bedeutung weniger in der Anzahl der neu geschaffenen Arbeitsplätze als in der durch sie ausgelösten wirtschaftlichen Dynamik.

Junge Unternehmen können die benötigten Mittel in der Regel nicht selbst aufbringen und sind auf den Zugang zu Risikokapital angewiesen. Die Schweiz liegt bezüglich Investitionen in Risikokapital im Verhältnis zum BIP weit hinter den führenden OECD-Ländern USA und Israel (siehe Teil B, Kapitel 10).

Die Voraussetzungen für Gründeraktivitäten in der Schweiz sind dennoch günstig: Das gut ausgestaltete sowie solid finanzierte

⁶ Ein Grund dafür könnte sein, dass für viele Unternehmen F&E-getriebene Innovationsaktivitäten in den letzten Jahren zu teuer und zu riskant geworden sind (Spescha & Wörter, 2019).

⁷ Gründungen können frei am Markt entstehen, über Spin-offs von Forschungsstätten erfolgen, insbesondere von Hochschulen, oder durch Unternehmensübernahmen (Management Buyout), bei denen das Management die Mehrheit des Kapitals des Unternehmens oder Teile davon von den bisherigen Eigentümern erwirbt.

Start-up-Unternehmen⁸

Laut dem Swiss Startup Radar werden in der Schweiz aktuell pro Jahr rund 300 Start-ups gegründet; vier Mal mehr als vor 15 Jahren.⁹

Start-ups gibt es in allen Kantonen. Die wichtigsten Zentren sind die Kantone Zürich mit einem knappen Drittel der Start-up-Unternehmen, Waadt mit rund 15 %, Genf mit 7 %, Zug mit 5 % und die beiden Basel mit gemeinsam 9%.

Im internationalen Vergleich gibt es in der Schweiz überproportional viele Start-ups in den Bereichen Medizintechnik, Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie (MEM), Energie und Cleantech, Biotechnologie sowie Finanzdienstleistungen. Bei E-Commerce-Firmen und Internet-Marktplätzen ist der Anteil an Start-up-Unternehmen hingegen geringer als in anderen Ländern (startupticker.ch, 2018).¹⁰

und daher wettbewerbsfähige Bildungs- und Forschungssystem liefert den Nährboden für künftige Innovationen und sensibilisiert für unternehmerische Aktivitäten. Zu den Faktoren, die das Unternehmertum zusätzlich unterstützen, gehören schlanke Verfahren für Gründungen, ein innovationsfreundliches Unternehmens- und Konkursrecht, ein attraktives Steuersystem sowie ein einfaches Recht für den Schutz des geistigen Eigentums und für Lizenzen.

2.2 Hochschulen

Die Hochschullandschaft Schweiz bietet mit ihren universitären Hochschulen (UH), zu denen die beiden Eidgenössisch Technischen Hochschulen (ETH Zürich und ETH Lausanne (EPFL)) und die kantonalen Universitäten gerechnet werden, mit den Fachhochschulen (FH) und den pädagogischen Hochschulen (PH) ein umfassendes und vielfältiges Studien- und Forschungsangebot.¹¹ Die Hochschulen erzielen international beachtete Leistungen¹² und tragen entscheidend zur Forschung und Innovation bei.

⁸ In der Schweiz gibt es keine einheitliche Definition des Begriffs «Start-up». Gemäss dem Swiss Startup Radar zeichnen die folgenden sechs Kriterien ein Start-up aus: ambitionierte Wachstumspläne, Fokus auf Innovation, wissenschafts- und technologiebasierter Ansatz, skalierbares Geschäftsmodell, internationale Absatzmärkte und professionelle Investoren.

⁹ Insgesamt zählte die Schweiz im Jahr 2016 rund 550 585 Unternehmen. Davon wurden im selben Jahr 39 000 neu gegründet, gegen 90 % im tertiären Sektor. Mehr als 80 % der Neugründungen waren ein Jahr später noch aktiv (BFS).

¹⁰ Gemäss der Swiss Technology Transfer Vereinigung (swiTT) sind 2018 im ETH-Bereich 54 Start-up-Unternehmen, im Universitätsbereich 8 und im Fachhochschulbereich 16 entstanden (swiTT, 2019). Die Zahlen sind nicht vollständig.

¹¹ Zur Hochschullandschaft gehören weiter die folgenden Institutionen: Universitäre Fernstudien Schweiz, Institut des hautes études internationales et du développement (IHEID) (beide vom Bund als beitragsberechtigigt im Sinne des HFKG anerkannt), Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung (EHB) und Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen (EHSM).

¹² Fünf kantonale Hochschulen (Basel, Bern, Genf, Lausanne, Zürich) sowie die ETH- Zürich und die EPFL gehören in verschiedenen Hochschulrankings (Shanghai, QS, Times und Leiden) seit mehreren Jahren zu den weltweit Top 200.

Die Curricula folgen dem Bologna-Modell mit den Stufen Bachelor, Master und Doktorat. Nur die UH, die hauptsächlich Grundlagenforschung und forschungsbasierte Lehre betreiben, sind zur Verleihung von Doktoraten befugt. Den FH steht jedoch die Möglichkeit offen, Dokoratsausbildungen in Kooperation mit einer universitären Hochschule anzubieten (SKBF, 2018). Das Profil der FH ist auf die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung (aF&E) ausgerichtet. Auch die Studiengänge der PH basieren auf praxisnaher Lehre und Forschung.

Zum Leistungsauftrag der in aller Regel international bestens vernetzten Schweizer Hochschulen gehören Lehre (Aus- und Weiterbildung), Forschung und Entwicklung, Wissens- und Technologietransfer (WTT) sowie Dienstleistungen für Dritte.

Bereich der Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Bereich)

Die ETH Zürich (ETH Zürich) und die ETH Lausanne (EPFL) zählten 2019 insgesamt rund 32 000 Studierende, davon rund 6300 Doktorierende (BFS, 2019a). Die beiden Institutionen gehören zusammen mit den vier Forschungsanstalten Paul Scherrer Institut (PSI), Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) und Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag) zum ETH-Bereich.¹³ Der ETH-Rat ist das strategische Führungs- und Aufsichtsorgan des ETH-Bereichs.

Die ETH Zürich und die EPFL sind technisch-naturwissenschaftliche Hochschulen. Die Schwerpunkte ihrer Studiengänge und Forschungsaktivitäten liegen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, Life Sciences, Mathematik und Architektur.

Die Forschungsanstalten des ETH-Bereichs sind sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientiert ausgerichtet. Zusätzlich erbringen sie wissenschaftliche und technische Dienstleistungen und beteiligen sich an Lehre und Forschung an der ETH Zürich und EPFL.

Kantonale Universitäten

Die zehn kantonalen Universitäten¹⁴ zählten 2019 insgesamt rund 120 000 Studierende, davon rund 19 000 Doktorierende (BFS, 2019a).¹⁵

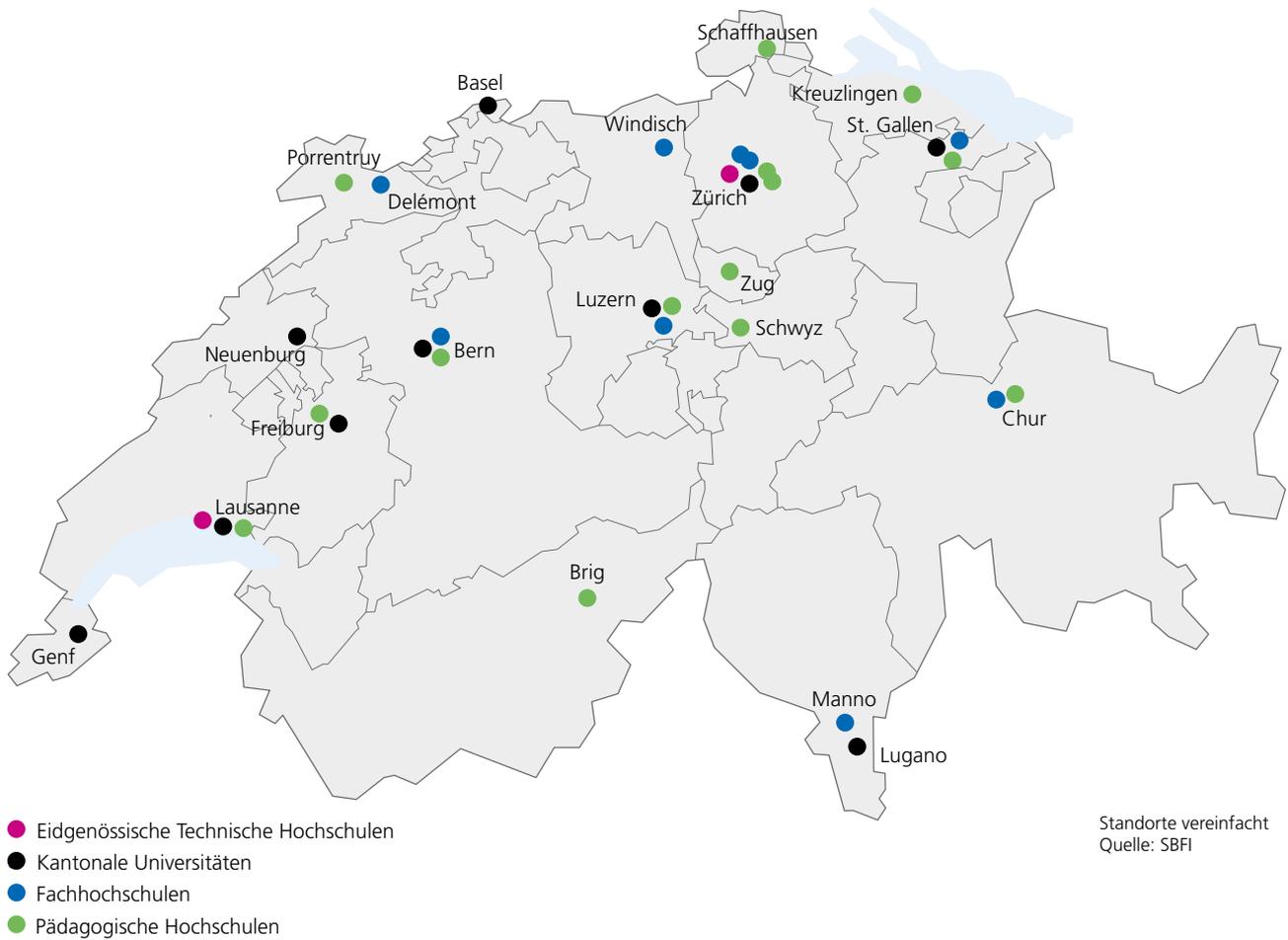
Die kantonalen Universitäten verfügen in unterschiedlichen Kombinationen über Fakultäten und Institute in den Bereichen Rechts- und Sozialwissenschaften, Mathematik und Naturwissen-

¹³ Die ETH Zürich wurde 1855 eröffnet; mit der Übernahme der Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne (EPUL) durch den Bund entstand 1969 die zweite ETH, die Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Die vier Forschungsanstalten (PSI, WSL, Empa und Eawag) sind nach und nach entstanden. 1991 wurde das ETH-Gesetz verabschiedet, das sich auf den gesamten ETH-Bereich erstreckt.

¹⁴ Universität Bern, Universität Basel, Universität Fribourg, Universität Genf, Universität Lausanne, Universität Luzern, Universität Neuchâtel, Universität St. Gallen, Università della Svizzera italiana, Universität Zürich.

¹⁵ Die Universität Basel ist die mit Abstand älteste der Schweiz; sie wurde 1460 gegründet.

Abbildung A 2.1: Schweizer Hochschullandschaft



schaften, Geisteswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Medizin. Einige wenige Universitäten haben ein spezifisches Profil und konzentrieren sich auf ausgewählte Bereiche; so gehört die Universität St. Gallen zu den führenden Wirtschaftsuniversitäten Europas. Im Unterschied zu den beiden ETH bieten die kantonalen Universitäten keine Studiengänge in Ingenieurwissenschaften an.

Fachhochschulen

An den sieben öffentlich-rechtlichen FH sowie der privaten FH Kalaidos studierten 2019 insgesamt knapp 78 500 Personen (BFS, 2019a). Die FH entstanden ab Mitte der 1990er Jahre durch den Umbau und Zusammenschluss der höheren Fachschulen. Seit 1. Januar 2020 sind es acht öffentlich-rechtliche FH.¹⁶

¹⁶ Berner Fachhochschule (BFH), Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Fachhochschule Ostschweiz (FHO; ab 1. September 2020 Ost – Ostschweizer Fachhochschule), FH Graubünden (FHGR), Hochschule Luzern, Haute école spécialisée de la Suisse occidentale (HES-SO), Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) und Zürcher Fachhochschule (ZFH).

Die ehemalige HTW Chur wurde aus der Fachhochschule Ostschweiz herausgelöst und ist seit 2020 eine eigenständige Fachhochschule mit dem Namen Fachhochschule Graubünden.

Die FH sind stark regional verankert und ein wichtiger Kooperationspartner für KMU. Mehr als die Hälfte der von Innosuisse (siehe Kapitel 5) geförderten Projekte werden mit Fachhochschulen als Forschungspartnern durchgeführt.

Die FH bieten Bachelor- und Masterausbildungen an, die auf den Arbeitsmarkt ausgerichtet sind. So tragen sie wesentlich zur Umsetzung von Wissen in marktfähige Innovationen bei. Der auf die Berufsqualifikation ausgerichtete Bachelor ist der FH-Regelabschluss. Die Angebotspalette der Studiengänge der Fachhochschulen ist breit und je nach Fachhochschule unterschiedlich zusammengesetzt: Technik und Informationstechnologien, Architektur, Bau- und Planungswesen, Chemie und Life Sciences, Land- und Forstwirtschaft, Wirtschaft und Dienstleistungen, Design, Gesundheit, soziale Arbeit, Musik, Theater und andere Künste sowie angewandte Psychologie, angewandte Linguistik und Sport.

Pädagogische Hochschulen

An den PH studierten 2019 insgesamt rund 21 000 Personen (BFS, 2019a). Es bestehen 14 PH, vier weitere Institutionen, die in einen anderen Hochschultyp integriert sind, sowie zwei Institutionen des

Rolle der Berufsbildung für Innovation

Die Berufsbildung ist keine Akteurin im eigentlichen Sinne. Aufgrund ihrer Bedeutung für die Innovation wird sie aber trotzdem hier erwähnt.

Rund zwei Drittel der Jugendlichen in der Schweiz starten ihre berufliche Laufbahn mit einer beruflichen Grundbildung (Sekundarstufe II). Mit jährlich rund 69 000 beziehungsweise 26 700 Abschlüssen versorgen die berufliche Grundbildung (Sekundarstufe II) und die höhere Berufsbildung (Tertiärstufe) Wirtschaft und Verwaltung mit hochqualifizierten Fach- und Führungskräften. Diese sind ebenso wie Personen mit einem Hochschulabschluss entscheidend für die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der Unternehmen (siehe Teil C, Studie 1).

Die Schweizer Berufsbildung weist einen hohen Arbeitsmarktbezug auf: Die Organisationen der Arbeitswelt definieren und aktualisieren die Inhalte der Aus- und Weiterbildung, die dadurch zukunftsorientiert und innovationsfördernd bleibt. Dadurch ist die Ausrichtung der Bildungsangebote auf die tatsächlich nachgefragten Anforderungen des Arbeitsmarkts sichergestellt. Dank der Ausbildung in Theorie und Praxis sind Berufsbildungsabsolventen flexibel und breit ausgebildet, was ihre Fähigkeit und Bereitschaft erhöht, an Innovationen mitzuwirken und diese voranzutreiben.

Hinzu kommen Höherqualifizierungs- und Umstiegsmöglichkeiten im Berufsbildungssystem. Diese Vielfalt stellt aus der Perspektive der Innovationsfähigkeit ebenfalls eine Stärke des Schweizer Systems dar.

Zusammengefasst bildet die Berufsbildung ein breites Spektrum an Fach- und Führungskräften mit vielseitigen Fähigkeiten aus. Dadurch leistet sie einen wichtigen Beitrag zu Innovation.

Bundes, die Lehrpersonen ausbilden.¹⁷ Die PH bieten Aus- und Weiterbildungen für Lehrpersonen und pädagogische Fachpersonen aller Stufen, für Schulleiter und weitere Akteure des Bildungsbereichs an. Sie sind aktiv in der Bildungs- und Schulforschung sowie in der berufsfeldorientierten Forschung und Entwicklung und erbringen entsprechende Dienstleistungen für den Schul- und Bildungsbereich.

¹⁷ Haute école pédagogique - BEJUNE (HEP-BEJUNE); Haute école pédagogique du canton de Vaud (HEP Vaud); Haute école pédagogique Fribourg (HEP / PH FR); Haute école pédagogique du Valais (HEPVS / PHVS); Interkantonale Hochschule für Heilpädagogik Zürich (HfH); Pädagogische Hochschule Bern (PHBern); Pädagogische Hochschule Graubünden (PHGR); Pädagogische Hochschule Luzern (PHLU); Pädagogische Hochschule Schaffhausen (PHSH); Pädagogische Hochschule Schwyz (PHSZ); Pädagogische Hochschule St. Gallen (PHSG); Pädagogische Hochschule Thurgau (PHTG); Pädagogische Hochschule Zug (PH Zug); Pädagogische Hochschule Zürich (PH Zürich).

In eine FH integriert sind: Pädagogische Hochschule FHNW (PHFHNW); Dipartimento formazione e apprendimento DFA (SUPSI-DFA).

In eine Universität integriert sind: Zentrum für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (ZELF) (Université de Fribourg); Institut Universitaire de Formation des Enseignants (IUFE) (Université de Genève). Daneben bilden auch die Universitäten Zürich, Luzern, St. Gallen und die ETH Zürich Lehrpersonen aus.

2.3 Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung

Rund dreissig vom Bund geförderte Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung leisten einen Beitrag zur Generierung von wissenschaftlichem Mehrwert in allen möglichen Fachbereichen und Disziplinen. Sie ergänzen die Forschungsaktivitäten und -infrastrukturen an den Hochschulen und des ETH-Bereichs. Öffentliche Körperschaften und teilweise auch Private beteiligen sich an der Basisfinanzierung dieser Einrichtungen. Die Bundesunterstützung hat subsidiären Charakter und unterscheidet drei Fördertatbestände beziehungsweise Institutionstypen (FIFG Art. 15 Abs., 3):

- Forschungsinfrastrukturen wie die Schweizer Stiftung für die Forschung in den Sozialwissenschaften (FORS) in Lausanne dienen der Erhebung, Erarbeitung, Analyse und Bereitstellung von Grundlagen in der Form wissenschaftlicher Information und Dokumentation.
- Forschungsinstitutionen wie das Schweizerische Institut für Allergie- und Asthmaforschung (SIAF) in Davos zeichnen sich durch ihre hohe thematische Spezialisierung aus und arbeiten in der Regel in engen Partnerschaften mit kantonalen Hochschulen oder Institutionen des ETH-Bereichs.
- Technologiekompetenzzentren wie das Centre suisse d'électronique et de microtechnique (CSEM) in Neuchâtel haben einen besonderen Fokus auf den Wissens- und Technologietransfer. Einerseits kooperieren sie mit den Institutionen des ETH-Bereichs, den kantonalen Hochschulen und den Fachhochschulen; andererseits führen sie Innovationsprojekte mit Partnern aus der Industrie durch.

2.4 Bundesverwaltung

Kompetente Verwaltungsarbeit und die Bewältigung komplexer politischer Probleme bedürfen wissenschaftlicher Kenntnisse. Deren Erwerb erfolgt unter anderem durch die sogenannte Ressortforschung des Bundes, welche die Verwaltungsstellen entweder selbst durchführen oder durch Hochschulen und private Unternehmen vornehmen lassen (siehe Kapitel 5.4).

3 Zuständigkeiten der öffentlichen Hand

Staatliche Institutionen auf den drei politischen Ebenen – Bund, Kantone und Gemeinden – sorgen dafür, dass ein fruchtbarer Boden für die privaten wie öffentlich finanzierten Akteure im Bereich Forschung und Innovationen besteht. Sie garantieren unter anderem insbesondere die Qualität der Bildungsangebote auf allen Stufen, stellen die öffentliche Infrastruktur zur Verfügung und sorgen für ein verlässliches politisches und rechtliches Umfeld.

3.1 Bund

Auf Bundesebene ist primär das Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) mit dem Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) für den BFI-Bereich und die Ausführung der entsprechenden Gesetze zuständig. Das Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation (FIGG) regelt die kompetitive Forschungsförderung, Innovationsförderung sowie die internationale Zusammenarbeit in Forschung und Innovation.

Gemäss Hochschulförderungs- und -koordinationsgesetz (HFKG) sorgt der Bund zudem gemeinsam mit den Kantonen im Rahmen der Schweizerischen Hochschulkonferenz für die Koordination, Qualität und Wettbewerbsfähigkeit des Hochschulbereichs. Auch leistet der Bund über das HFKG eine Kofinanzierung der kantonalen Universitäten und Fachhochschulen, nicht aber der pädagogischen Hochschulen.

Im Weiteren führt und finanziert der Bund den ETH-Bereich, der seinerseits vom ETH-Rat geleitet wird (siehe auch Kapitel 2.2).¹⁸

Die F&I-Förderorgane des Bundes sind der Schweizerische Nationalfonds (SNF), Innosuisse und die Akademien der Wissenschaften (siehe Kapitel 5). Der Schweizerische Wissenschaftsrat (SWR) ist das beratende Organ des Bundesrats für die F&I-Politik. Zudem befassen sich weitere Stellen im WBF mit Forschung und Innovation (z.B. Agroscope, Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung).

Neben dem WBF fördern oder beauftragen weitere Departemente direkt oder indirekt Forschung und Innovation, unter anderem über die Ressortforschung (siehe Kapitel 2.4 und 5.4).¹⁹

Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation

Der Bundesrat legt dem Parlament alle vier Jahre eine Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation (BFI-Botschaft) vor. Darin zieht der Bundesrat Bilanz über die jeweils laufende Periode und legt die Ziele und Massnahmen der neuen Förderperiode fest. Beantragt wird einerseits die Finanzierung des BFI-Systems seitens des Bundes. Andererseits umfasst die BFI-Botschaft allfällige Gesetzesänderungen zur Optimierung der Rechtsgrundlagen. Die Finanzbeschlüsse beinhalten alle nationalen Massnahmen des Bundes in den Bereichen Berufsbildung, Hochschulen und Weiterbildung sowie für die Forschungs- und Innovationsförderung.²⁰

3.2 Kantone, Städte und Gemeinden

Soweit die Bundesverfassung nicht ausdrücklich den Bund erwähnt, sind die Kantone für das Bildungswesen zuständig. Sie tragen finanziell die Hauptlast für den Bereich Bildung, Forschung und Innovation.

Die Kantone sind Träger der kantonalen Universitäten, der Fachhochschulen und der pädagogischen Hochschulen. Mit der Basisfinanzierung leisten sie einen bedeutenden Beitrag an die Forschungstätigkeiten der kantonalen Hochschulen. Einen Teil der Kosten der Trägerkantone gelten die Kantone über interkantonale Finanzierungsvereinbarungen ab. Die Universitäten, die FH und die PH sind weitgehend autonom: Sie planen, regeln und führen ihre Angelegenheiten im Rahmen von kantonalen Gesetzen, die auf die Verfassung und das HFKG abgestützt sind.

Eine interkantonale Koordinationsrolle im Bereich von Forschung und Innovation sowie an Schnittstellen dazu übernehmen die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) und die Konferenz kantonaler Volkswirtschaftsdirektoren (VDK).

Auch Städte und Gemeinden betreiben beispielsweise mit der Errichtung und dem Betrieb von Technologie- und Innovationsparks Innovationsförderung.

Gemeinsame Organe von Bund und Kantonen

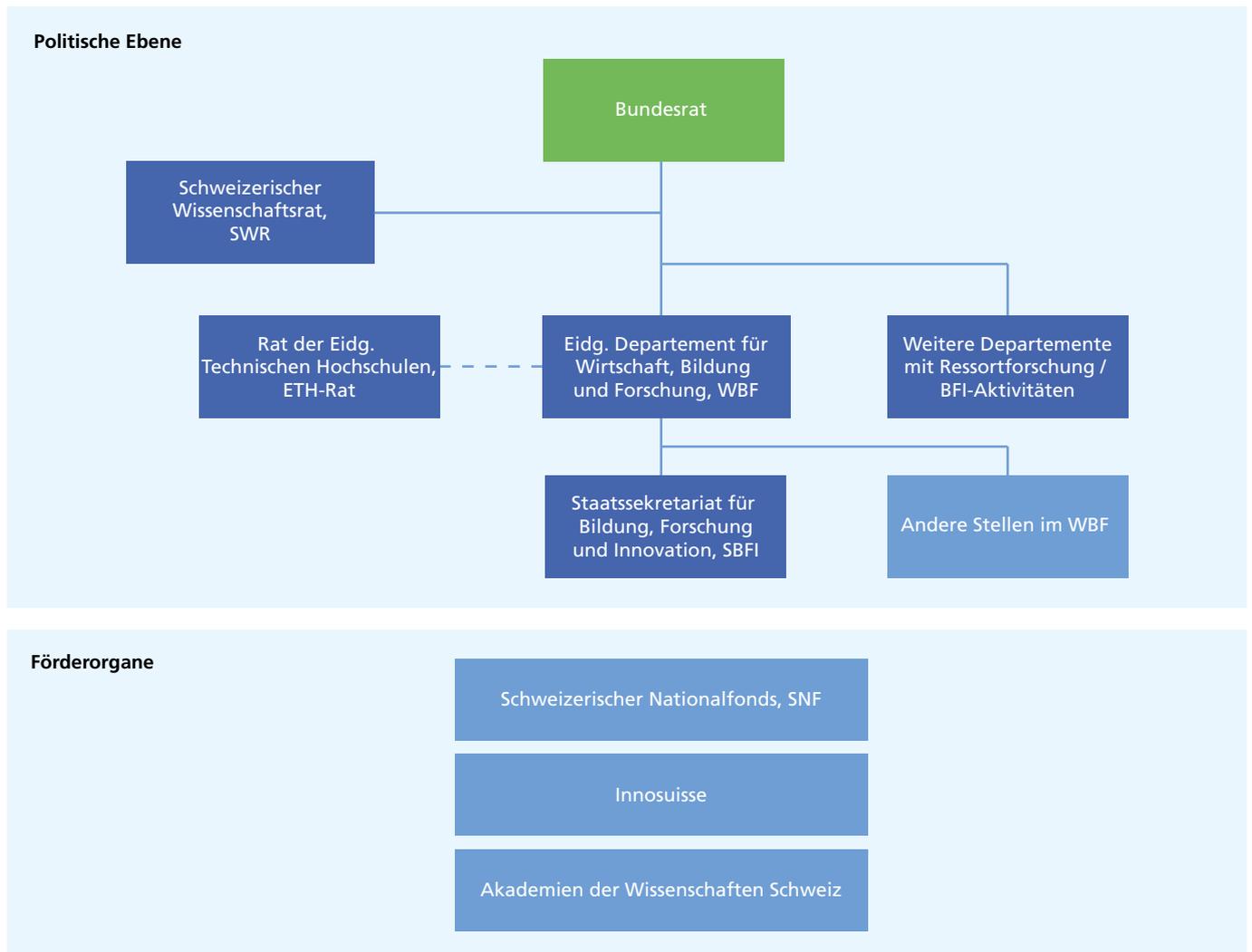
Für die Koordination, die Qualität und die Wettbewerbsfähigkeit des Hochschulbereichs sorgen Bund und Kantone mit drei gemeinsamen Organen: die vom Bund präsierte Schweizerische Hochschulkonferenz, die Rektorenkonferenz der schweizerischen Hochschulen (swissuniversities) und der Schweizerische Akkreditierungsrat.

¹⁸ Der ETH-Bereich ist gemäss Bundesgesetz über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen (Art. 4 ETH-Gesetz) dem WBF zugeordnet.

¹⁹ Eine wichtige Rolle für Forschung und Innovation spielen auch das Institut für Geistiges Eigentum (IGE) sowie mehrere Kommissionen. So trägt beispielsweise die ausserparlamentarische Eidgenössische Energieforschungskommission (CORE) zur Koordination der Energieforschung bei.

²⁰ Für die zukünftige Beteiligung (Form ist noch offen) der Schweiz an den Rahmenprogrammen der EU in den Bereichen Forschung und Innovation (2021–2027) sowie an den EU-Bildungsprogrammen (2021–2027) sind separate Finanzierungsentscheide vorgesehen.

Abbildung A 3.1: Zuständige Institutionen für Forschung und Innovation des Bundes



Quelle: SBFI

Rechtliche Grundlagen Bund²¹

Bundesverfassung

Gemäss Bundesverfassung (Art. 64 BV) ist die Förderung der wissenschaftlichen Forschung und Innovation eine Aufgabe des Bundes.

Die Koordination und Gewährleistung der Qualitätssicherung im Hochschulwesen sind eine gemeinsame Aufgabe von Bund und Kantonen (Art. 63a BV). Der Bund führt und finanziert den ETH-Bereich und unterstützt die kantonalen Hochschulen finanziell. In der Berufsbildung erlässt der Bund Vorschriften und fördert ein breites und durchlässiges Angebot (Art. 63 BV).

Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation

Das Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation (FIFG) ist ein Rahmengesetz zu den Aufgaben und zur Organisation der F&I-Förderung des Bundes. Das FIFG regelt Aufgaben, Verfahren und Zuständigkeiten sowohl der im FIFG verantworteten Förderorgane Schweizerischer Nationalfonds, Innosuisse und Akademien der Wissenschaften Schweiz als auch der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit. Weiter regelt es die subsidiäre Beteiligung des Bundes an Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung sowie die Planung, Koordination und Qualitätssicherung der Ressortforschung des Bundes. Es enthält zudem die Grundlage für die Unterstützung des schweizerischen Innovationsparks.

²¹ BV: SR101; FIFG: SR 420.1; HFKG: SR 414.20; ETH-Gesetz: SR 414.110; BBG: SR 412.10

Bundesgesetz über die Förderung der Hochschulen und die Koordination im schweizerischen Hochschulbereich

Gemäss dem Hochschulförderungs- und -koordinationsgesetz (HFKG) sorgt der Bund zusammen mit den Kantonen für die Koordination, Qualität und Wettbewerbsfähigkeit des Hochschulbereichs. Das HFKG bildet die Grundlage für die Errichtung der gemeinsamen Organe von Bund und Kantonen, die Qualitätssicherung und Akkreditierung, die einheitliche Finanzierung der Hochschulen und der anderen Institutionen des Hochschulbereichs sowie die Aufgabenteilung in besonders kostenintensiven Bereichen. Die Bestimmungen zur Finanzierung gemäss HFKG gelten indessen ausschliesslich für die kantonalen Universitäten und FH, nicht aber für die ETH und die PH. Diese erhalten aber unter Umständen ebenso wie die Universitäten und die FH projektgebundene Beiträge.

Bundesgesetz über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen

Das Bundesgesetz über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Gesetz) regelt Aufgaben und Organisation des ETH-Bereichs (Institutionen ETH-Bereich siehe Kapitel 2.2).

Berufsbildungsgesetz

Das Bundesgesetz über die Berufsbildung (Berufsbildungsgesetz, BBG) unterstützt die Leistungsfähigkeit des Innovationssystems Schweiz. Als Motor für die Modernisierung der Berufsbildung trägt es dem markanten Wandel in der Arbeitswelt Rechnung, ermöglicht differenzierte Wege der beruflichen Bildung und schafft Durchlässigkeit im (Berufs-)Bildungssystem. Es bildet zudem die rechtliche Grundlage für die Führung des Eidgenössischen Hochschulinstituts für Berufsbildung (EHB). Das BBG regelt finanzielle Beteiligung des Bundes an der Berufsbildung.

Rechtliche Grundlagen Kantone

Bundesseitig ist das HFKG die rechtliche Grundlage für die Koordination im schweizerischen Hochschulbereich. Kantonsseitig bildet die interkantonale Vereinbarung über den schweizerischen Hochschulbereich (Hochschulkonkordat)²² vom 20. Juni 2013 die rechtliche Grundlage. Alle Kantone sind der Vereinbarung beigetreten.

Die universitären Angelegenheiten sind in den kantonalen Universitätsgesetzen geregelt. Die kantonalen Fachhochschulgesetze legen die Basis für die Führung einer FH. In der Regel thematisieren die genannten Gesetze die Zusammenarbeit mit anderen Kantonen und dem Bund. Auch für die PH bestehen kantonale Gesetze.

Das eidgenössische Berufsbildungsgesetz weist den Kantonen die Aufgabe zu, ein ausreichendes Angebot in der beruflichen Grundbildung, der höheren Berufsbildung und der berufsorientierten Weiterbildung sowie die Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung sicherzustellen. Die kantonalen Berufsbildungsgesetze folgen diesem Auftrag im Sinn einer Vollzugsgesetzgebung.

Innovationsförderung im Rahmen der kantonalen Wirtschaftsförderung basiert in der Regel auf Spezialgesetzen wie dem Wirtschaftsförderungsgesetz des Kantons Bern, dem Standortförderungsgesetz des Kantons Aargau oder dem Gesetz über die Wirtschaftsförderung des Kantons Freiburg.

²² www.edk.ch/dyn/11662.php

4 Finanzen

4.1 Finanzflüsse

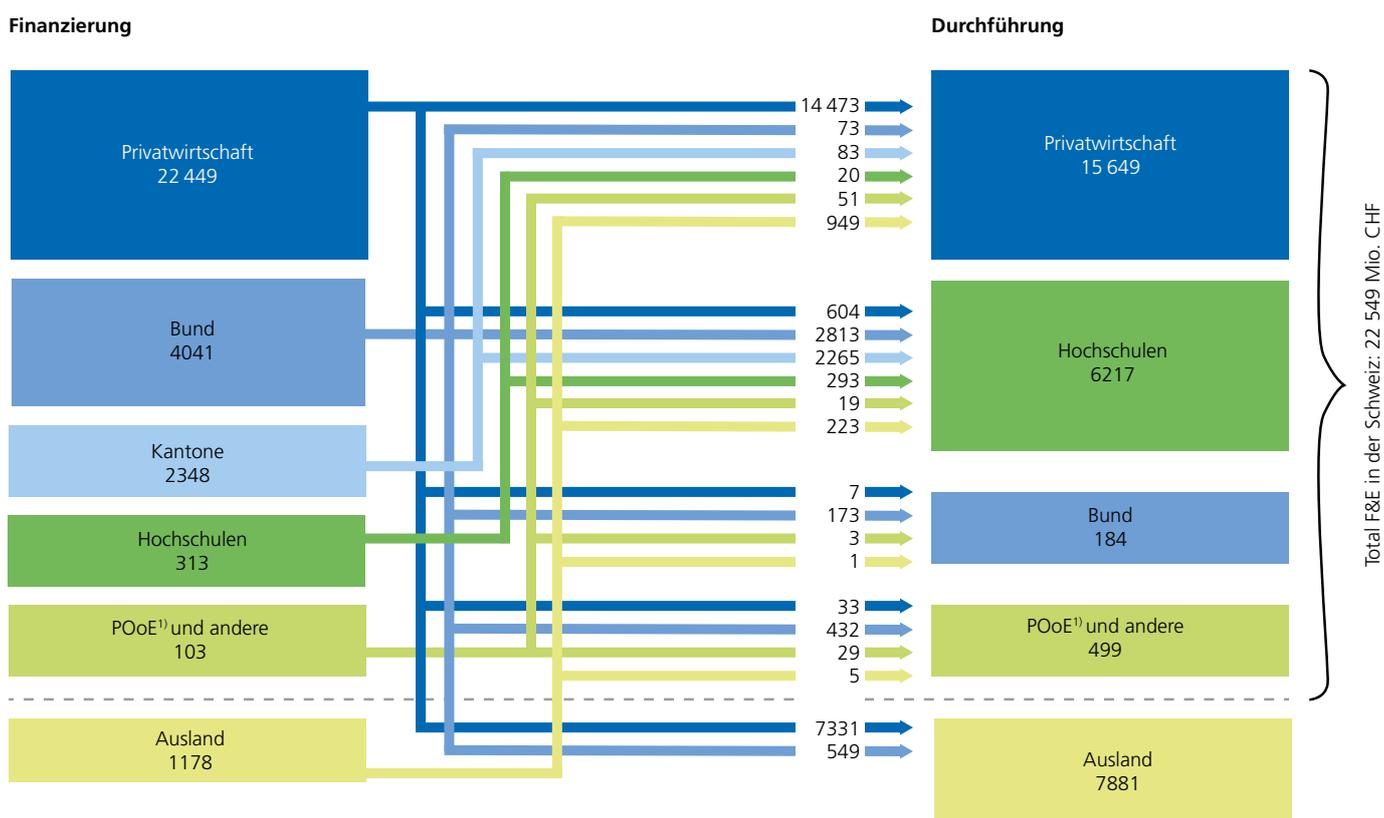
Die Wirtschaft, die öffentliche Hand, die Hochschulen sowie ausländische Akteure bestreiten sowohl die Finanzierung als auch die Durchführung von F&E-Aktivitäten.

Abbildung A 4.1 gibt einen Überblick zu den Finanzflüssen zwischen den einzelnen Sektoren im Jahr 2017. Sie zeigt alle F&E-Finanzflüsse in der Schweiz sowie die Mittel, die aus dem Ausland kommen oder ins Ausland gehen. Die linke Seite der Abbildung nennt die Finanzierungsquellen der schweizerischen F&E, die rechte Spalte zeigt die vier Sektoren, in denen F&E in der Schweiz durchgeführt werden. Dazu kommt auf beiden Seiten der Sektor Ausland.

In der Schweiz wurden im Jahr 2017 Forschung und Entwicklung (F&E) für gesamthaft 22,5 Mrd. CHF durchgeführt. Dies entspricht etwa 3,4% des Bruttoinlandprodukts (BIP). Damit zählt die Schweiz zur Spitzengruppe der OECD-Länder (BFS, 2017). Der grösste Teil dieser Aufwendungen entfällt auf die Privatwirtschaft, die rund zwei Drittel der F&E-Aktivitäten finanziert und durchführt.

In der Privatwirtschaft finanzieren die Unternehmen fast alle F&E-Aktivitäten selbst und führen diese auch selbst durch. Der ETH-Bereich, die kantonalen Universitäten und die Fachhochschulen sind die wesentlichen Mittlempfänger. Sie werden grösstenteils von Bund und Kantonen finanziert.

Abbildung A 4.1: Finanzierung und Durchführung von F&E in der Schweiz nach Sektor in Mio. CHF, 2017 (ohne Zweigniederlassungen von Schweizer Unternehmen im Ausland)



¹⁾ Private Organisationen ohne Erwerbszweck
Quelle: BFS

Weiter werden von Privatwirtschaft und Bund auch F&E-Tätigkeiten im Ausland finanziert. Umgekehrt finanzieren Akteure aus dem Ausland F&E-Projekte in der Schweiz.

Die übrigen Akteure (private Organisationen ohne Erwerbszweck wie Stiftungen und andere) spielen in der Schweiz sowohl bei der Finanzierung als auch bei der Durchführung eine vergleichsweise geringe Rolle.

4.2 F&E-Aufwendungen von Zweigniederlassungen von Schweizer Unternehmen im Ausland

Private Unternehmen, die stark auf F&E setzen, sind in hohem Masse international tätig. Dies zeigt sich zum Beispiel bei den Forschungsaufwendungen von Zweigniederlassungen von Schweizer Unternehmen im Ausland (Abbildung A 4.2). Für diese Aufwendungen ist fast ausschliesslich eine beschränkte Anzahl weltweit tätiger Grossunternehmen verantwortlich.

2017 erreichten die F&E-Aufwendungen der Zweigniederlassungen von Schweizer Unternehmen im Ausland 15,3 Mrd. CHF.²³ Dieser Betrag ist nur geringfügig kleiner als die 15,6 Mrd., die im selben Jahr von der Privatwirtschaft am Standort Schweiz für F&E aufgewendet worden sind.

5 Nationale, regionale und kantonale Förderung

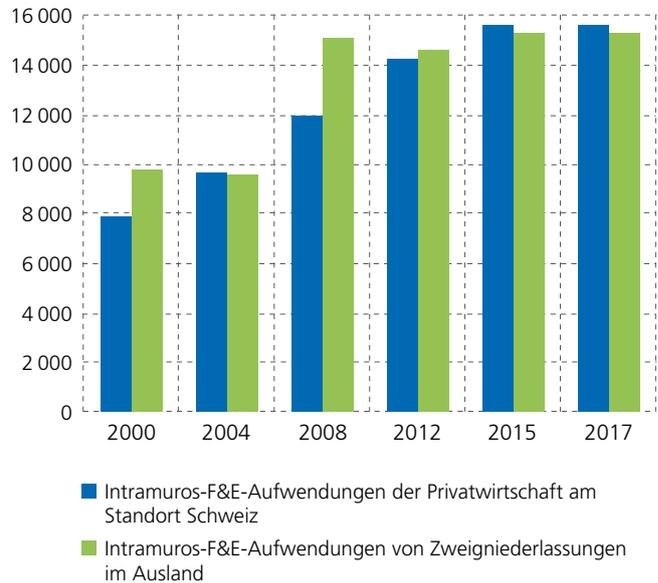
Für die öffentliche F&I-Förderung ist im Wesentlichen der Bund zuständig. Seine primären Instrumente sind der Schweizerische Nationalfonds (SNF) für die Forschungsförderung und Innosuisse für die Förderung der wissenschaftsbasierten Innovation. Daneben setzt sich der Verbund der Akademien der Wissenschaften Schweiz für die Stärkung der Zusammenarbeit in und zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen und für die Verankerung der Wissenschaft in der Gesellschaft ein.

Wichtigste Grundsätze der öffentlichen F&I-Förderung

- Die öffentliche F&I-Förderung setzt auf die Eigeninitiative von Forschenden und Unternehmen (Bottom-up-Prinzip).
- Projekte erhalten auf Gesuch im Wettbewerb und beurteilt nach Exzellenz eine staatliche Förderung.
- Im internationalen Vergleich ist die Schweiz bezüglich der Top-down-Vorgabe von Förderthemen und Programmförderung zurückhaltend.
- Grundsätzlich werden keine Fördergelder an Unternehmen ausgerichtet.

²³ Die zwischen 2008 und 2017 erfassten Zahlen wurden wahrscheinlich von den starken Währungsschwankungen beeinflusst, deren Auswirkungen nicht quantifiziert werden können.

Abbildung A 4.2: Entwicklung Intramuros-F&E-Aufwendungen der Privatwirtschaft in der Schweiz und von Zweigniederlassungen im Ausland in Mio. CHF



Intramuros-F&E-Aufwendungen: Damit sind Aufwendungen für F&E-Tätigkeiten gemeint, die ein Akteur in seinen eigenen Räumlichkeiten durchführt, also «innerhalb seiner Mauern».

Quelle: BFS, Bearbeitung SBF

5.1 Schweizerischer Nationalfonds

Der 1952 gegründete Schweizerische Nationalfonds (SNF) ist die wichtigste Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und des wissenschaftlichen Nachwuchses.²⁴ Um die Unabhängigkeit der Forschung sicherzustellen, ist der SNF als privatrechtliche Stiftung konzipiert. Gestützt auf die Finanzbeschlüsse des eidgenössischen Parlaments schliesst das SBF mit dem SNF vierjährige Leistungsvereinbarungen ab. Zugang zur Förderung des SNF haben alle wissenschaftlichen Disziplinen.

Dem SNF stehen jährlich rund 1,2 Mrd. CHF zur Verfügung, die er im Wettbewerbsverfahren vergibt. Beurteilt werden die jährlich mehrere Tausend Gesuche in einem Peer Review-Verfahren. Basierend auf der Einschätzung von national und international zusammengestellten Gutachtergremien entscheidet der Nationale Forschungsrat über die Förderung der Gesuche. Er setzt sich aus rund 100 Wissenschaftlern zusammen, die mehrheitlich an schweizerischen Hochschulen tätig sind. Unterstützt wird der Forschungsrat von 90 Evaluationsgremien mit insgesamt über 700 Mitgliedern.

²⁴ Das Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, das die deutsche Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI-Gutachten) erstellt hat, enthält einen Vergleich der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit den wichtigsten Forschungsförderorganisationen Grossbritanniens, der Niederlande, der Schweiz und der USA. Dabei schneidet die Schweiz beziehungsweise der SNF sehr gut ab (EFI, 2019).

Der SNF verfügt über eine breite Palette an Förderinstrumenten (Abbildung A 5.1). Zentral ist die Projektförderung, wofür rund die Hälfte der bewilligten Beträge eingesetzt wird. Hier bestimmen die Forschenden Thema und Rahmen ihrer Vorhaben frei. Der SNF verschafft damit innovativen Ideen den nötigen Freiraum.

Zu den weiteren Fördergefässen gehören etwa die Nationalen Forschungsschwerpunkte (NFS) sowie die Nationalen Forschungsprogramme (NFP):

- Die NFS sind ein Förderinstrument des Bundes und werden in dessen Auftrag vom SNF durchgeführt. Sie sollen mit einem Zeithorizont von rund zehn Jahren zur besseren Strukturierung der schweizerischen Forschungslandschaft beitragen, indem sie Kompetenzzentren in wichtigen Bereichen etablieren, etwa in der Robotik, den Quantenwissenschaften, den Neurowissenschaften oder der Migration.
- Mit den NFP unterstützt der Bund die wissenschaftliche Forschung zu dringenden Problemen von nationaler Bedeutung. Sie sind problemlösungs- und damit anwendungsorientiert sowie disziplinübergreifend. Der Wissens- und Technologietransfer steht im Vordergrund. Die Themen werden aufgrund eines allen Wissenschaftsbereichen offenstehenden Auswahlprozesses durch den Bundesrat festgelegt und dem SNF zur Ausführung in Auftrag gegeben. Ab 2020 laufen beispielsweise die Forschungsprojekte zum NFP 77 «Digitale Transformation» an.

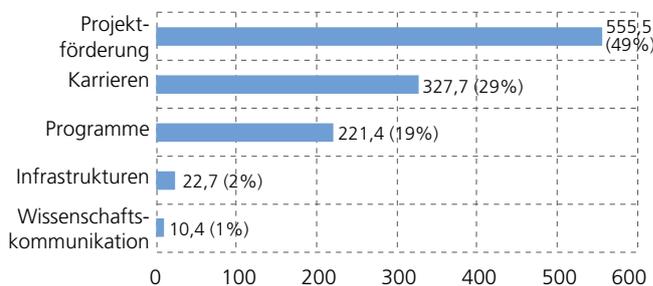
Ein weiterer Schwerpunkt des SNF ist die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses mit den Instrumenten der Karriereförderung. Dieser wird über die Unterstützung von Forschungsprojekten in allen Disziplinen gefördert. Der SNF unterstützt hochqualifizierte junge Forschende gezielt von der Dissertation bis zur Assistenzprofessur, beispielweise mit Auslandstipendien oder mit Beiträgen für selbstständig durchgeführte Projekte.

Ein weiteres Fördergefäss sind die Infrastrukturen. So finanziert der SNF mit dem Instrument R'Equip hochwertige und innovative Apparaturen oder geisteswissenschaftliche Editionsprojekte. Weiter unterstützt der SNF die Wissenschaftskommunikation zwischen Forschenden sowie zwischen Forschenden und der Öffentlichkeit.

Der SNF verfügt zudem über zahlreiche Instrumente zur Förderung der internationalen Zusammenarbeit, etwa im Rahmen der bilateralen Programme des Bundes. Damit trägt er dazu bei, die Kooperation von Forschungsgruppen über die Grenzen hinweg zu erleichtern.

Abbildung A 5.1 zeigt die 2018 vom SNF bewilligten Mittel nach Förderkategorie.²⁵

Abbildung A 5.1: Zusprachen nach SNF-Förderkategorie in Mio. CHF, 2018



Total ohne Overhead: 1137,6 Mio. CHF
 Total mit Overhead: 1248,3 Mio. CHF
 Quelle: SNF

5.2 Innosuisse

Innosuisse, die Schweizerische Agentur für Innovationsförderung, unterstützt wissenschaftsbasierte Innovationen im Interesse von Wirtschaft und Gesellschaft. Bis Ende 2017 hiess sie Kommission für Technologie und Innovation KTI. Die Unterstützung des Wissens- und Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft existiert in dieser Form seit 1944. War die KTI eine Behördenkommission mit Entscheidungskompetenzen, so ist Innosuisse nun eine öffentlich-rechtliche Anstalt mit eigenem Budget. Die strategische Führung erfolgt durch den Verwaltungsrat, der dem Bundesrat rechenschaftspflichtig ist, die operative Führung durch die Geschäftsleitung.

Innosuisse verfügt über ein jährliches Förderbudget von rund 200 Mio. CHF. Der Innovationsrat, das fachliche Organ der Agentur, entscheidet über die Gesuche und begleitet ihren Vollzug in wissenschaftlicher und innovationsbezogener Hinsicht. Für seine Tätigkeit greift er auf Experten zurück.

Die Kernaufgabe von Innosuisse ist die Projektförderung. Diese steht allen wissenschaftlichen Disziplinen oder Innovationsfeldern offen. Der Fokus liegt auf der Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen für Wirtschaft und Gesellschaft durch anwendungsorientierte Forschung und auf der Verwertung der Resultate auf dem Markt.

Innosuisse unterstützt mit ihrem wichtigsten Förderinstrument Innovationsprojekte, die Umsetzungspartner aus der Wirtschaft und Forschungsinstitutionen gemeinsam durchführen. Dadurch tragen die Projekte direkt zum WTT bei. Zu den Förderkriterien gehört neben dem Innovationspotenzial und dem wissenschaftlichen Gehalt insbesondere die erwartete Umsetzung der Ergebnisse am Markt. Die Fördergelder kommen ausschliesslich den Forschungsinstitutionen zugute und werden grösstenteils für die Saläre der Projektmitarbeitenden aufgewendet. Die Umsetzungspartner müssen sich zur Hälfte mit einem eigenen Beitrag in Form von Eigenleistungen und in der Regel mit einem Cash-Beitrag von mindestens 10 % an die Forschungspartner beteiligen. Die For-

²⁵ Der Begriff «Overhead» bezieht sich auf indirekte Forschungskosten (z.B. Kosten für Miete, Elektrizität, Administration).

schungs- und Innovationsförderung der Schweiz allgemein und von Innosuisse im Speziellen leistet grundsätzlich keine direkten Zahlungen an Unternehmen.

Innosuisse fördert auch Innovationsprojekte ohne Umsetzungspartner für Machbarkeitsstudien, Prototypen und Versuchsanlagen. KMU können zudem kleinere Vorstudien in Form von Innovationschecks bei Forschungspartnern in Auftrag geben.

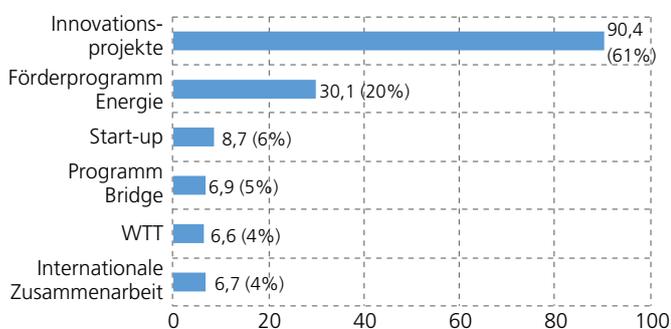
Zu den weiteren Förderaktivitäten von Innosuisse gehört die Förderung von wissenschaftsbasierten Start-ups. Innosuisse bietet ihnen ein auf die individuellen Bedürfnisse zugeschnittenes Coaching an und hilft ihnen über Messeauftritte und Auslandsaufenthalte («Internationalisierungscamps») bei der Entwicklung ihres internationalen Marktauftritts. Sensibilisierungs- und Trainingsmodule für Gründungsinteressierte aus dem Hochschulbereich sind weitere Angebote. Ferner dienen KMU-spezifische Massnahmen wie die Nationalen Thematischen Netzwerke (NTN), die thematischen Fachveranstaltungen, das Innovationsmentoring und Enterprise Europe Network (EEN)²⁶ der WTT-Förderung.

Zudem finanziert und steuert Innosuisse im Rahmen des Aktionsplans «Koordinierte Energieforschung Schweiz (2013–2020)» acht Kompetenzzentren (Swiss Competence Centers for Energy Research, SCCER) in verschiedenen Aktionsfeldern effizienter und erneuerbarer Energien.

Auch unterstützt Innosuisse die internationale Zusammenarbeit von Unternehmen, um deren Wettbewerbsfähigkeit in globalen Wertschöpfungsketten zu stärken. Zu diesem Zweck beteiligt sich Innosuisse an mehreren internationalen Initiativen und pflegt die Zusammenarbeit mit Förderagenturen für Innovation und weiteren Partnerorganisationen weltweit.

Abbildung A 5.2 zeigt die 2018 von Innosuisse bewilligten Mittel nach Förderkategorie.

Abbildung A 5.2: Zusprachen nach Innosuisse-Förderkategorie in Mio. CHF, 2018



Total (inkl. Overhead von 11,6 Mio. CHF): 149,4 Mio. CHF
 Programm Bridge: Anteil Innosuisse
 Quelle: Innosuisse, Bearbeitung SBFI

²⁶ Das EEN hat das Ziel, Kooperationen, WTT und strategische Partnerschaften für KMU zu unterstützen. 600 regionale Anlaufstellen in über sechzig Ländern bieten Unterstützung an. Die Schweiz nimmt eigenfinanziert am EEN teil.

Zusammenarbeit von SNF und Innosuisse

Bei den Fördertätigkeiten des SNF steht der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn im Zentrum. Der Fokus der Innosuisse-Förderung liegt auf Innovation mit dem Ziel der Marktumsetzung. Beide Institutionen haben somit ein klares Profil mit je einem Schwerpunkt und ergänzen sich dadurch optimal. Daraus ergeben sich zahlreiche Kooperationsfelder wie das von beiden Organisationen getragene Programm Bridge, das auf Projekte an der Schnittstelle von Grundlagenforschung und wissenschaftsbasierter Innovation ausgerichtet ist.

5.3 Akademien der Wissenschaften Schweiz

Die Akademien der Wissenschaften Schweiz engagieren sich für den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft und beraten Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit in wissenschaftsbasierten und gesellschaftsrelevanten Fragen. Sie vertreten die Wissenschaften und leisten einen wichtigen Beitrag zur fachübergreifenden Vernetzung. Im Auftrag des Bundes konzipieren sie Impuls- und Koordinationsinitiativen und setzen sie gemeinsam mit anderen BFI-Akteuren um.²⁷ Sie engagieren sich für die Vertretung der Schweiz in internationalen Fachorganisationen und Akademien und setzen sich so für den Wissenschaftsstandort Schweiz ein.

In der wissenschaftlichen Gemeinschaft verankert, hat der Akademien-Verbund Zugang zu Expertise und Exzellenz von rund 110 000 Personen. Er nutzt diese zur Bearbeitung übergeordneter Fragen, zum Beispiel zu Wissenschaftskultur und Infrastrukturplanung, zum Einbringen von Fachwissen in politische Fragen sowie zur Förderung des wissenschaftlichen Verständnisses in der Gesellschaft. Die Akademien werden vom Bund jährlich über eine Leistungsvereinbarung mit rund 43 Mio. CHF gefördert.

Zum Verbund gehören die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), die Schweizerische Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW), die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW) und die Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW). Weiter gehören auch die beiden Kompetenzzentren TA-SWISS (betreibt Technologiefolgen-Abschätzung) und Science et Cité (zuständig für den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft) dazu.

5.4 Ressortforschung der Bundesverwaltung

Die Bundesverwaltung initiiert die sogenannte Ressortforschung, weil sie deren Resultate zur Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt (siehe Kapitel 2.4). Ressortforschung umfasst sowohl Grundlagenforschung als auch anwendungsorientierte Forschung sowie die marktnahe Entwicklung wie im Bereich des Engineerings von Pilot- und Demonstrationsanlagen.

²⁷ Zum Beispiel das Förderprogramm im Bereich MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) oder das Swiss Personalized Health Network (SPHN).

Dazu betreibt der Bund unter anderem eigene Forschungsanstalten. Er ist damit Ausführender von F&E. Beispiele für bundeseigene Forschungsanstalten sind die dem Bundesamt für Landwirtschaft angegliederte Institution Agroscope oder das Labor Spiez, das dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz zugeordnet ist. Auch führt der Bund eigene Forschungsprogramme in Zusammenarbeit mit Hochschulen, SNF, Akademien und Innosuisse durch.

Weiter vergibt der Bund Beiträge an Dritte und erteilt Forschungsaufträge (Auftragsforschung). Bei letzteren handelt es sich meist um Expertisen und Gutachten oder um Begleitforschung zur Prüfung der Wirksamkeit von Politikmassnahmen.

Über 30 Bundesstellen sind in die Ressortforschung involviert. Das SBFI koordiniert diese in elf vom Bundesrat bestimmten politischen Bereichen. 2018 hat der Bund rund 308 Mio. CHF in die Ressortforschung investiert.

5.5 Regionale, kantonale und kommunale F&I-Förderung

Die einzelnen Regionen eines Landes unterscheiden sich oft bezüglich Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit. Deshalb spielen Regionen in der Schweiz wie auch im Ausland in der Innovationsförderung eine immer bedeutendere Rolle (OECD, 2011).

Die beim SECO angesiedelte Neue Regionalpolitik des Bundes (NRP) trägt diesem Umstand seit 2008 Rechnung. Diese Politik unterstützt Kantone mit Regionen in Berggebieten und des weiteren ländlichen Raumes und zielt auf die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch Förderung von Unternehmertum und Innovation vor Ort. Das Ziel der regionalen Innovationssysteme (RIS) ist es, die Koordination der vorhandenen Förderangebote (z.B. Cluster, Innovationscoaching, Veranstaltungen, überbetriebliche Kooperationsprojekte) zugunsten der KMU zu verbessern und auf die regionalen Besonderheiten zuzuschneiden (SECO, 2018). Dadurch sollen die regionalen Potenziale besser ausgeschöpft und die Innovationsdynamik in den Regionen gesteigert werden. Für die Ausgestaltung der RIS-Programme haben die Kantone Spielraum. Das jeweilige Leistungsangebot unterscheidet sich daher.

Die Kantone leisten über die Finanzierung der kantonalen Universitäten, Fachhochschulen und pädagogischen Hochschulen einen wichtigen Beitrag zur Forschungs- und Innovationsförderung. Weiter betreiben die meisten Kantone – teils mit Unterstützung der Regionalpolitik – Innovations- und Wirtschaftsförderung. Das Leistungsangebot umfasst etwa die Unterstützung von Unternehmensgründungen oder die Förderung regionaler Netzwerke beziehungsweise Cluster im engen Kontakt mit Unternehmen sowie Coaching. Die Kantone verfügen einzeln oder im Verbund mit anderen Kantonen über eigene Stellen zur Wirtschaftsförderung. Diese informieren Unternehmen über Standortvorteile ihres Kantons, pflegen Kontakte zu Investoren, unterbreiten Ansiedlungsofferten, organisieren die Betreuung der Investoren und betreiben Kundenpflege vor Ort. Weiter setzen verschiedene

Kantone Steuervergünstigungen ein. Ausserdem nutzen sie ihre Bildungsinstitutionen zur Förderung der regionalen Entwicklung.²⁸

Wie andere Banken bieten Kantonalbanken und teilweise auch Regionalbanken Finanzierungen für Start-ups an. Verbreitet ist die Beteiligung von Kantonalbanken an Wettbewerben und Förderpreisen für besonders innovative Unternehmen. Weiter leisten verschiedene Kantonalbanken Hilfe in Form von Ratgebern und Vorlagen für Start-ups.

Auch Städte und Gemeinden betreiben Innovationsförderung, und zwar mit Gründerzentren oder Technoparks. Diese sind wie der Technopark Zürich meist privatwirtschaftlich finanziert, manchmal in Kooperation mit der öffentlichen Hand. Eine Immobiliengesellschaft stellt Gebäude zur Verfügung, und die Betreibergesellschaft wählt innovationsorientierte Unternehmen für die Nutzung der Räumlichkeiten aus und unterstützt diese mit Dienstleistungen.

5.6 Stiftungen

Auch Stiftungen fördern Forschung und Innovation. 2018 bereicherten rund 13 000 gemeinnützige Stiftungen in der Schweiz das kulturelle, soziale und wissenschaftliche Leben. Rund 20 % der Stiftungen sind im Bereich Bildung und Forschung tätig (Eckhardt et al., 2019). Beispiele solcher Stiftungen sind die Gebert Rüt Stiftung,²⁹ die Stiftung Krebsforschung Schweiz³⁰ oder die Hasler Stiftung.³¹

Da die Stiftungen eine grosse Bandbreite an F&I-Vorhaben finanziell unterstützen und unterschiedliche Förderkriterien anwenden, spielen sie eine wichtige Rolle für die Diversität der F&I-Förderung.

²⁸ Beispiele für kantonale Stellen oder regionale Netzwerke zur Wirtschaftsförderung sind die Initiative Hightech Aargau, die Agenzia per l'innovazione regionale del Cantone Ticino oder platinn in der Westschweiz.

²⁹ Die Gebert Rüt Stiftung fördert Innovation zum Nutzen der Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft. Sie ermöglicht umsetzungsorientierte Wissenschaftsprojekte des Nachwuchses an Schweizer Hochschulen.

³⁰ Die Stiftung Krebsforschung Schweiz fördert sämtliche Bereiche der Krebsforschung (Grundlagenforschung sowie klinische, epidemiologische und psychosoziale Forschung) und legt ein besonderes Augenmerk auf die Unterstützung von patientennaher Forschung.

³¹ Stiftungszweck der Hasler Stiftung ist die Förderung der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zum Wohl und Nutzen des Denk- und Arbeitsplatzes Schweiz.

6 Internationale Zusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit soll die Position der Schweiz als einer der weltweit wettbewerbsfähigsten BFI-Standorte konsolidieren und weiter stärken. Dabei ergänzen die internationalen F&I-Förderinstrumente die nationalen Instrumente und ermöglichen Schweizer Akteuren den Zugang zu internationalen Netzwerken.³²

6.1 Rahmenprogramme für Forschung und Innovation der Europäischen Union

Von besonderer Bedeutung für die internationale Zusammenarbeit der Schweiz sind die Forschungsrahmenprogramme (FRP) der Europäischen Union (EU). Die 8. Programmgeneration Horizon 2020 läuft von 2014 bis 2020, die 9. Programmgeneration Horizon Europe von 2021 bis 2027.

Die Schweiz partizipiert in unterschiedlichen Formen an den FRP:

1987–2003:	1.– 6. FRP	Drittstaat
2004–2013:	6. und 7. FRP	Vollasoziiierung
2014–2016:	Horizon 2020 (8. FRP)	Teilassoziierung
2017–2020:	Horizon 2020 (8. FRP)	Vollasoziiierung

In welcher Form sie sich an Horizon Europe beteiligen wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt (Ende 2019) noch offen.

Die Beteiligung von Schweizer F&I-Akteuren an den FRP bringt der Schweiz vielfältigen Nutzen. Forschende aus der Schweiz arbeiten in länderübergreifenden Projekten mit Forschenden aus Europa und der ganzen Welt zusammen. Von Bedeutung sind insbesondere die zahlreichen positiven wissenschaftlichen, technologischen und auch volkswirtschaftlichen Auswirkungen (SBFI, 2019). Die Erfolgsquote von Projektvorschlägen mit Schweizer Beteiligung ist im europäischen Vergleich hervorragend, allerdings war die Schweizer Beteiligung an den FRP infolge der Teilassoziierung an Horizon 2020 zeitweise erstmals rückläufig.³³ Eine definitive Bilanz kann aber erst nach Abschluss von Horizon 2020 gezogen werden (SBFI, 2018a).

6.2 Bildungs- und Mobilitätsprogramme der Europäischen Union

Die Zusammenarbeit der Schweiz mit der EU im Bereich der Bildung ist seit über zwanzig Jahren ein bewährtes Element der internationalen Förderpolitik des Bundes. Die Teilnahme an den mehrjährigen Bildungsprogrammen der EU – sei es projektweise oder aufgrund einer Assoziierung – ermöglicht es, individuelle Lernmo-

³² Der Bundesrat hat 2018 seine internationale Strategie im Bereich Bildung, Forschung und Innovation aktualisiert (Bundesrat, 2018a).

³³ Indikatoren dafür sind der relative Rückgang der Schweizer Beteiligung im Vergleich mit anderen Ländern, die markante Abnahme an Schweizer Koordination sowie die Verminderung der Beiträge der EU an Schweizer Forschungsinstitutionen im Verhältnis zum Total aller Fördermittel für Projekte unter Horizon 2020.

Beratung von Schweizer Projektteilnehmenden in EU-Programmen

Euresearch informiert und berät im Auftrag des SBFI Forschungs- und Innovationsakteure in der Schweiz, die sich für eine Teilnahme an FRP-Projekten interessieren. Das Euresearch-Netzwerk verfügt über Beratungsstellen an über zehn Hochschulstandorten und über eine Geschäftsstelle in Bern.

Der Bund unterstützt SwissCore (Swiss Contact Office for European Research, Innovation and Education, gemeinsam getragen von SBFI, SNF und Innosuisse). Das Verbindungsbüro für Schweizer Forschende und Studierende befindet sich in Brüssel. SwissCore unterstützt Schweizer BFI-Akteure bei der Vernetzung vor Ort.

bilität und Kooperationen zwischen schweizerischen und europäischen Institutionen und Akteuren zu fördern.

Das aktuelle EU-Bildungsprogramm Erasmus+ läuft von 2014 bis 2020. Die Schweiz beteiligt sich zurzeit im Status eines Drittlandes. Im Jahr 2019 ermöglichte das Programm fast 12 700 Teilnehmenden aus der Schweiz und Europa, ihre Ausbildung durch einen Auslandsaufenthalt zu bereichern. Zuständig für die Umsetzung ist Movetia, die Schweizerische Stiftung für die Förderung von Austausch und Mobilität, die von Bund und Kantonen getragen wird. Im Hinblick auf eine mögliche Assoziierung an das Nachfolgeprogramm von Erasmus+ (2021–2027) führt der Bund Gespräche mit der EU-Kommission.

6.3 Programme, Infrastrukturen und Initiativen für die internationale Forschungs- und Innovationszusammenarbeit

Die Schweiz nimmt nicht nur an den Rahmenprogrammen der EU teil, sie ist auch Mitglied und Partnerin in weiteren Programmen, Infrastrukturen und Initiativen im Bereich der internationalen F&I-Zusammenarbeit. Dadurch sind die Schweizer F&I-Akteure in wichtige internationale Netzwerke eingebunden. Dies ermöglicht unter anderem den Zugang zu kostenintensiven Forschungsanlagen für Experimente sowie zu vielfältigem Wissen.

So ist die Schweiz Gründungsmitglied der Europäischen Weltraumorganisation (ESA). Durch die Teilnahme an den Programmen der ESA erhalten die Schweizer F&I-Akteure Zugang zu wissenschaftlichen Daten und zu Aufträgen und Forschungsprojekten im internationalen Wettbewerb. Seit der Gründung der ESA 1975 hat sich dadurch basierend auf exzellenter Forschung und hoher Wertschöpfung ein wirkungsvolles, innovationsfreudiges Schweizer Raumfahrt-Ökosystem entwickelt.

Ferner partizipiert die Schweiz am CERN, an der Forschungseinrichtung für die physikalische Grundlagenforschung und dem weltgrössten Forschungszentrum auf dem Gebiet der Teilchen-

physik. Mit seinem Sitz im Kanton Genf und seinen Standorten in Frankreich und in der Schweiz zählt das CERN seit seiner Gründung 1964 zu den grössten internationalen Forschungsinfrastrukturen weltweit. Es trägt wesentlich zur Entwicklung der Forschungs- und Innovationslandschaft der Schweiz bei.

Weiter nimmt die Schweiz auch an der spezifisch auf die Förderung von Innovationskooperationen von KMU ausgerichteten zwischenstaatlichen EUREKA-Initiative teil.

Eine nicht abschliessende Übersicht der Schweizer Beteiligung an internationalen Programmen, Infrastrukturen und Initiativen findet sich im Anhang dieses Teils.

6.4 Bilaterale Forschungs- und Innovationszusammenarbeit und swissnex Netzwerk

Der Bund finanziert bilaterale Förderprogramme zur Forschungs- und Innovationszusammenarbeit mit ausgewählten Ländern wie China, Indien, Russland, Südafrika, Japan, Südkorea und Brasilien. Diese Programme haben zum Ziel, die Diversifizierung internationaler Partnerschaften zu fördern und Instrumente für die Zusammenarbeit bereitzustellen. Dies soll die Entstehung neuer Exzellenzpartnerschaften mit aus wissenschaftlicher Sicht vielversprechenden Ländern oder Regionen erleichtern und die Schweizer BFI-Akteure in ihren autonomen Internationalisierungsbestrebungen unterstützen.

Ein weiteres auf der Initiative des Bundes basierendes Förderinstrument der internationalen Zusammenarbeit ist das swissnex Netzwerk. Es unterstützt die internationale Vernetzung von Schweizer Hochschulen, Wissenschaftlern und forschungsnahen Unternehmen. Zum Netzwerk gehören rund 20 weltweit an Schweizer Botschaften angesiedelte Wissenschaftsräte sowie die fünf swissnex Standorte in Bangalore, Boston, Rio de Janeiro, San Francisco und Shanghai.

Abbildung A 6.1: swissnex Netzwerk



7 Wissens- und Technologietransfer

Immer wichtiger für den Innovationserfolg sind Kooperationen sowohl zwischen Unternehmen als auch zwischen Unternehmen und Hochschulen. Dabei werden Kompetenzen und Leistungen der jeweiligen Partner zur Vergrößerung des eigenen Innovationspotenzials genutzt.

Der Wissens- und Technologietransfer (WTT) umfasst den Austausch sowie die Bereitstellung und Überführung von Informationen, Kompetenzen und F&E-Resultaten zwischen Hochschulen und Forschungsinstitutionen einerseits und zwischen Unternehmen und öffentlich finanzierten Akteuren andererseits. Ziel ist die Initiierung und Verbesserung von Innovationsprozessen und dadurch die Förderung von Innovation. Im Zentrum steht die wirtschaftliche Verwertung des vorhandenen und gemeinsam geschaffenen Wissens (siehe Teil C, Studien 4 und 5).

Dienstleistungen und WTT gehören zu den Aufgaben des ETH-Bereichs, der Universitäten und Fachhochschulen. Da deren Schwergewicht traditionell auf Lehre und Forschung liegt, erfolgt der WTT vor allem über die Studienabgänger, die in Unternehmen arbeiten («Transfer über Köpfe»). Andere Formen sind beispielsweise Forschungsk Kooperationen oder Beratungen.

Weiter erfolgt WTT auch über die Teilnahme der Schweiz an Programmen (z.B. FRP), Infrastrukturen (z.B. CERN) und Initiativen (z.B. Eureka) für die internationale F&I-Zusammenarbeit (siehe Kapitel 6.3 und Anhang). Im Bereich der Weltraumtechnologie verfolgt der Bund über seine Beteiligung an der ESA ebenfalls eine WTT-Politik, die insbesondere den Transfer von den institutionellen F&E-Programmen in den kommerziellen Markt umfasst. Der WTT-Bereich der Weltraumtechnologien wird zudem durch nationale komplementäre Massnahmen gefördert.

WTT findet vor allem in den technischen und naturwissenschaftlichen Fächern sowie in der Medizin statt. Von Bedeutung ist aber ebenso der Wissenstransfer aus den Bereichen Gesundheit, Soziales und Kunst sowie aus den Geistes- und Sozialwissenschaften in Form von Beratung, Bestandsaufnahme, Analyse und Lösungsoptionen mit innovativen Perspektiven für gesellschaftliche Bereiche.

7.1 Technologietransferstellen

Die Technologietransfer- oder WTT-Stellen der von der öffentlichen Hand finanzierten Forschungs- und Bildungsstätten sollen den Forschenden kompetente Partner für F&E-Projekte inner- und ausserhalb ihrer Institution vermitteln. Sie identifizieren und evaluieren Forschungsergebnisse mit wirtschaftlichem Potenzial, definieren in Absprache mit den Forschenden eine Verwertungsstrategie (z.B. bezüglich Patenten und Lizenzen) und setzen diese gemeinsam mit den Forschenden und den Unternehmen um.

Swiss Technology Transfer Vereinigung

Die Swiss Technology Transfer Vereinigung (swiTT) vereint Personen, die hauptberuflich im Technologietransfer tätig sind und sich mit der Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Forschungsinstitutionen, Spitälern und anderen nicht gewinnorientierten Forschungsinstitutionen befassen. Der Verband vernetzt den WTT zwischen den Forschungsinstitutionen und der Wirtschaft. Mitglieder und weitere Involvierte im WTT in Akademie und Wirtschaft profitieren von der fachlichen Unterstützung und Weiterbildung sowie einer breiten Dienstleistungspalette.

In der Schweiz finden sich vor allem drei verschiedene Typen von WTT-Stellen:

- Die Stelle ist im Sinne einer Verwaltungs- beziehungsweise Stabsstelle vollständig in die Hochschule integriert und wird zentral geführt. Diesen Typus betreibt die Mehrzahl der universitären Hochschulen; so die ETH Zürich mit der WTT-Stelle ETH transfer.
- Die Stelle ist in die Hochschule integriert, das Schwergewicht ihrer Aktivitäten liegt aber dezentral in Abteilungen oder Departementen und ist verbunden mit extern vergebenen Mandaten für WTT-Arbeiten. Dieses Organisationsmodell wird von den Fachhochschulen präferiert.
- Mehrere Universitäten kooperieren für den WTT: Ein in gemeinsamem Besitz stehendes Unternehmen begleitet und treibt als externe WTT-Stelle die Transferprozesse voran. Diese Lösung wird von den Universitäten Zürich, Bern und Basel mit dem Unternehmen Unitectra AG verfolgt.

7.2 Public-Private-Partnerships und Technologiekompetenzzentren

Public-Private-Partnerships (PPP) zwischen Hochschulen und dem Privatsektor stellen für den WTT ein bedeutsames Potenzial dar. Ein Beispiel ist die dem ETH-Bereich zugehörige Forschungsinstitution Empa, die gemeinsam mit Industriepartnern und via Spin-offs ihre Forschungsergebnisse in marktfähige Innovationen umsetzt. Zudem spielen privat und öffentlich kofinanzierte Forschungsinstitute (z.B. Disney Lab Zürich, Nestlé Institute of Health Sciences) sowie privat finanzierte Lehrstühle an Hochschulen eine wichtige Rolle für den WTT. Weiter implementiert beispielsweise die Europäische Weltraumorganisation (ESA) zunehmend Programme als PPP, an denen Schweizer Unternehmen teilnehmen.

Auch die Technologiekompetenzzentren (FIG Art. 15) sind als PPP konzipiert und haben einen Transferauftrag. Es handelt sich dabei um Forschungseinrichtungen im ausseruniversitären Bereich von nationaler Bedeutung, die als rechtlich selbstständige Einheiten mit Hochschulen und der Privatwirtschaft zusammenarbeiten. Beispiele sind das Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) in Neuchâtel, der Campus Biotech Genf

oder die auf dem Gebiet der mechatronischen Produktionssysteme und der Fertigungstechnik tätige Inspire AG in Zürich und St. Gallen.

7.3 Schweizerischer Innovationspark

Der Schweizerische Innovationspark ist eine von der Politik (Bund und Kantone), der Wissenschaft und der Privatwirtschaft betriebene Public-Private-Partnership-Initiative von nationaler Bedeutung. Unter der Dachmarke «Switzerland Innovation» umfasst der Park derzeit die fünf Standortträger «Switzerland Innovation Park (SIP) Basel Area», «SIP Biel / Bienne», «SIP innovaare», «SIP Network West EPFL» und «SIP Zürich». Daran sind weitere Standorte angeschlossen.

Die Aktivitäten sind ausgerichtet auf die Ermöglichung von F&E-Kooperationen zwischen Unternehmen, Hochschulen und Forschungspartnern, auf die Ansiedlung von Firmen und Forschungsgruppen, F&E-Investitionen durch private Investoren, WTT sowie die Schaffung attraktiver Bedingungen für Start-ups.

Rund fünf Jahre nach der Lancierung des Innovationsparks fällt die Bilanz positiv aus: Alle Standorte sind in Betrieb, die Dachmarke «Switzerland Innovation» ist etabliert. Beachtliche Fortschritte wurden erzielt bei der Schaffung von Arbeitsplätzen, der Ansiedlung von Unternehmen und Investitionen. Durch neu erschlossene Flächen ist der Park zunehmend für neue F&E-Akteure attraktiv.

Die Finanzierung erfolgt durch die Kantone und private Investoren. Die Unterstützungsmöglichkeiten des Bundes beschränken sich auf die Verbürgung zweckgebundener und befristeter Darlehen zugunsten der Standortträger. Hiermit wird an den Standorten der Bau von Forschungsinfrastrukturen finanziert. Ausserdem kann der Bund Grundstücke in seinem Besitz im Baurecht abgeben (gemäss Art. 33 FIFG).

Der Innovationspark trägt substantiell zur Attraktivität der Schweiz als wettbewerbsfähiger Standort für Forschung und Innovation bei.

Abbildung A 7.1: Standorte Schweizerischer Innovationspark



Quelle: Switzerland Innovation

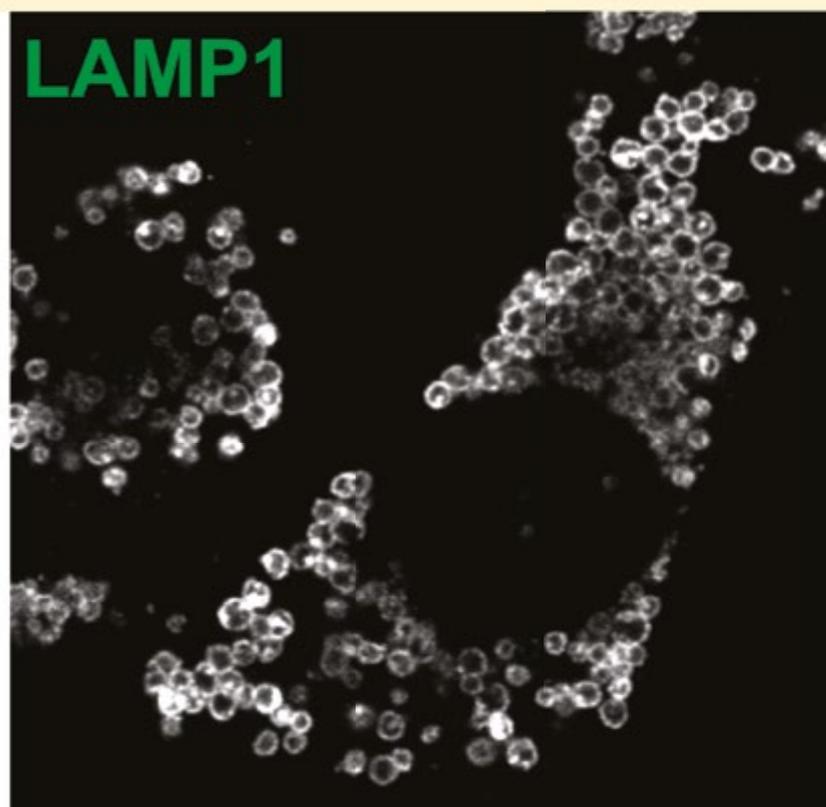
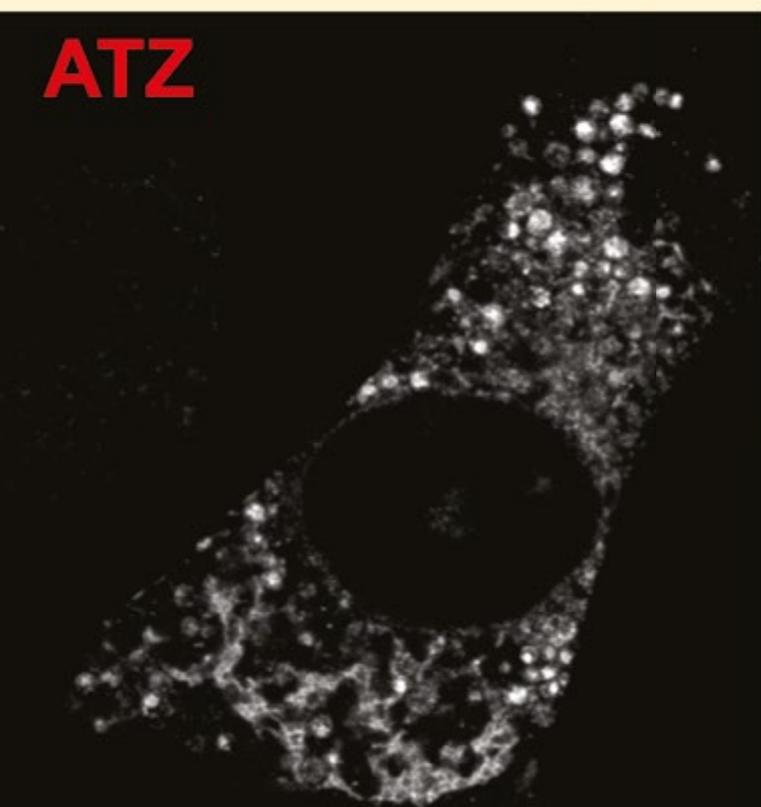
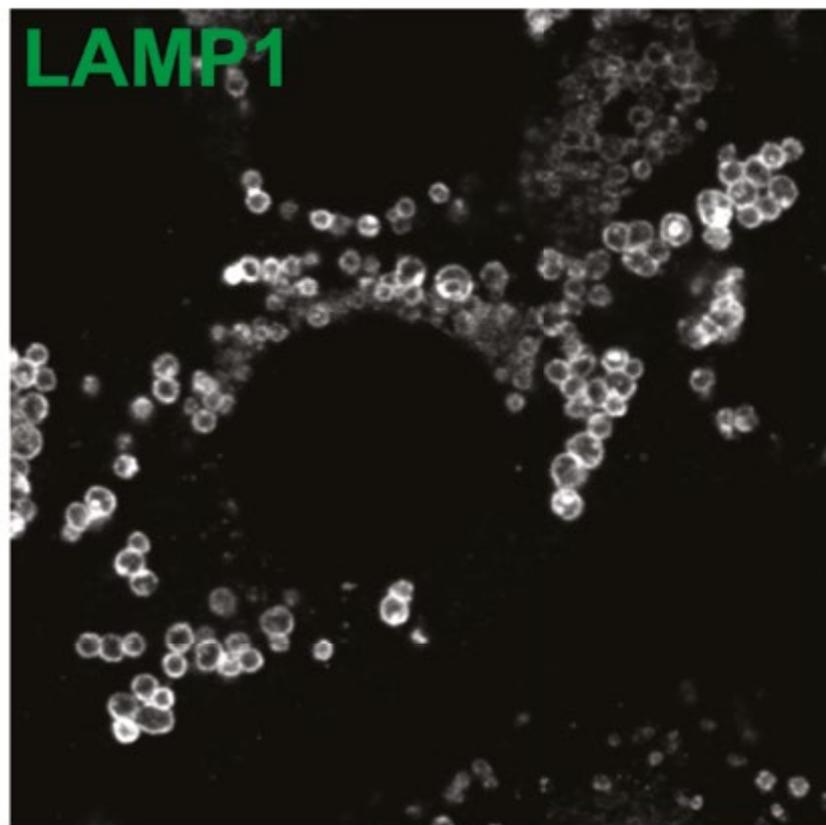
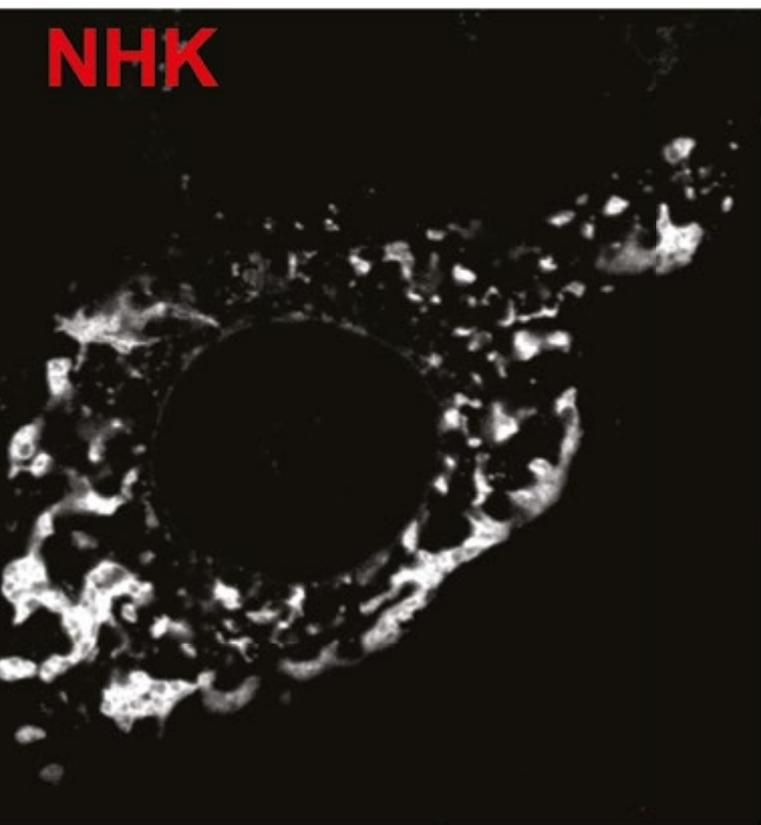
Anhang

Programme, Infrastrukturen und Initiativen für die internationale Forschungs- und Innovationszusammenarbeit

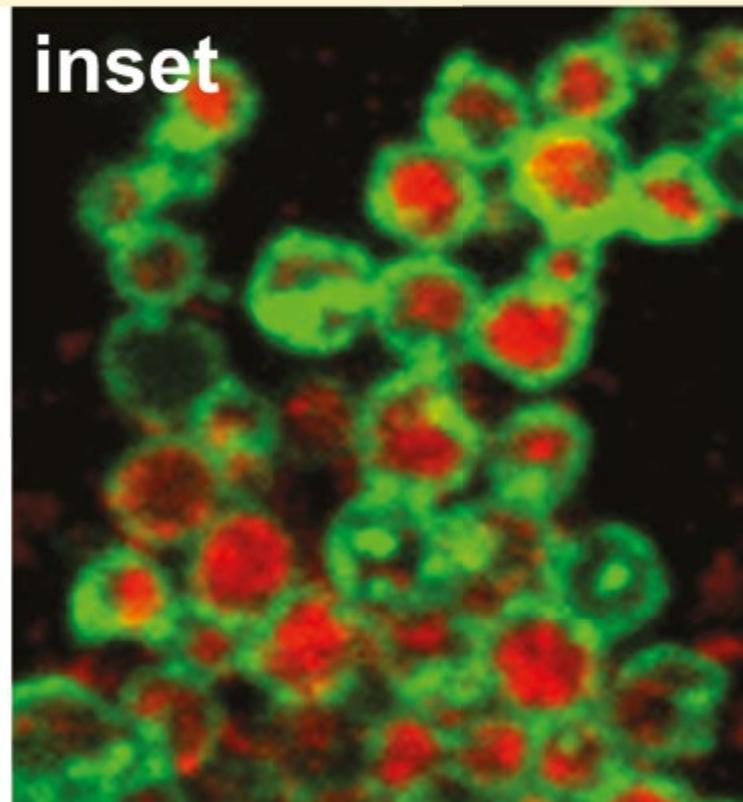
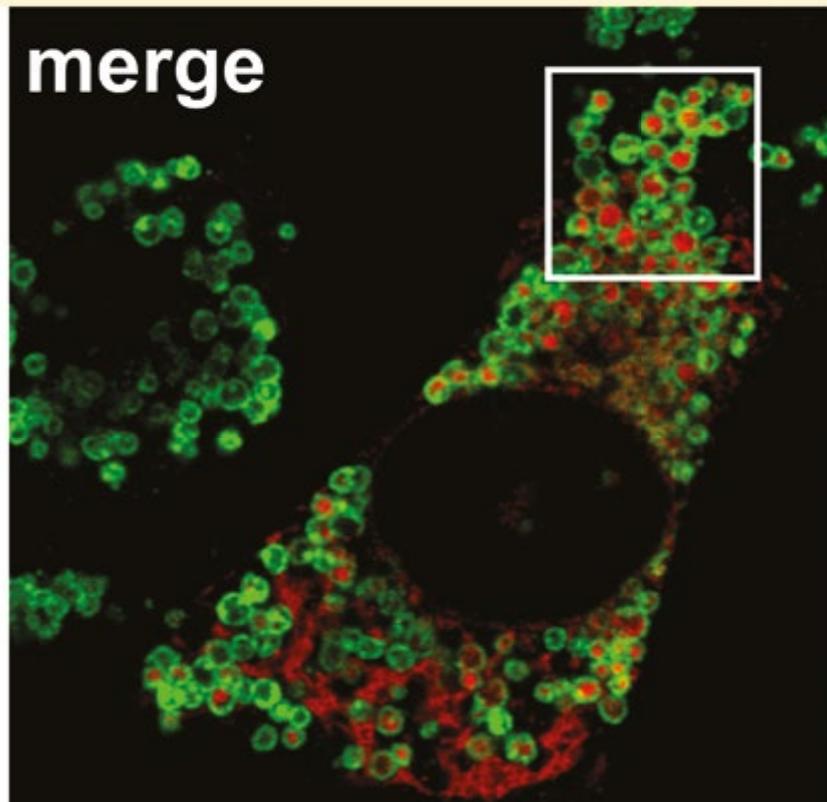
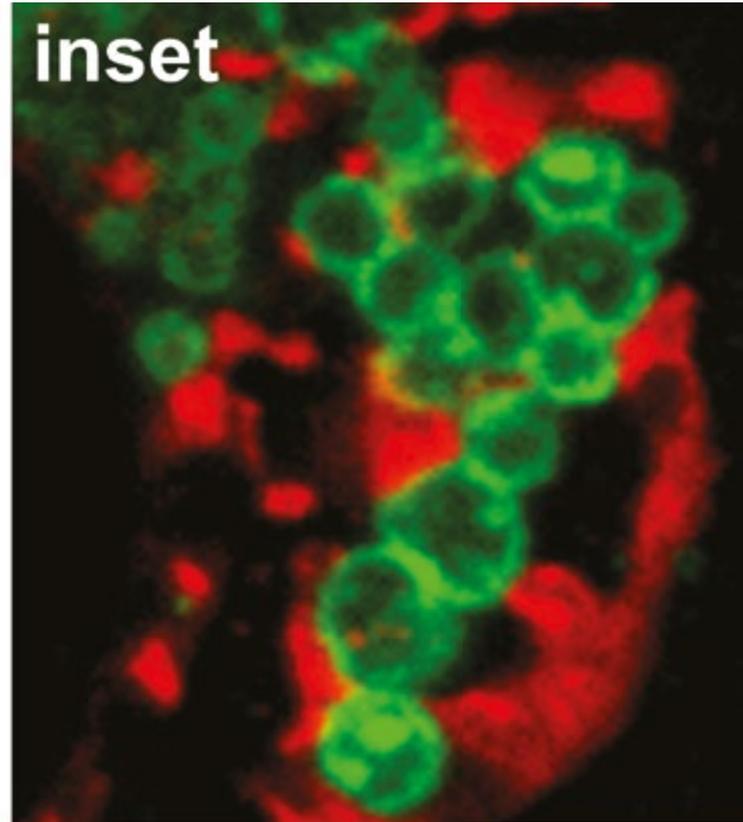
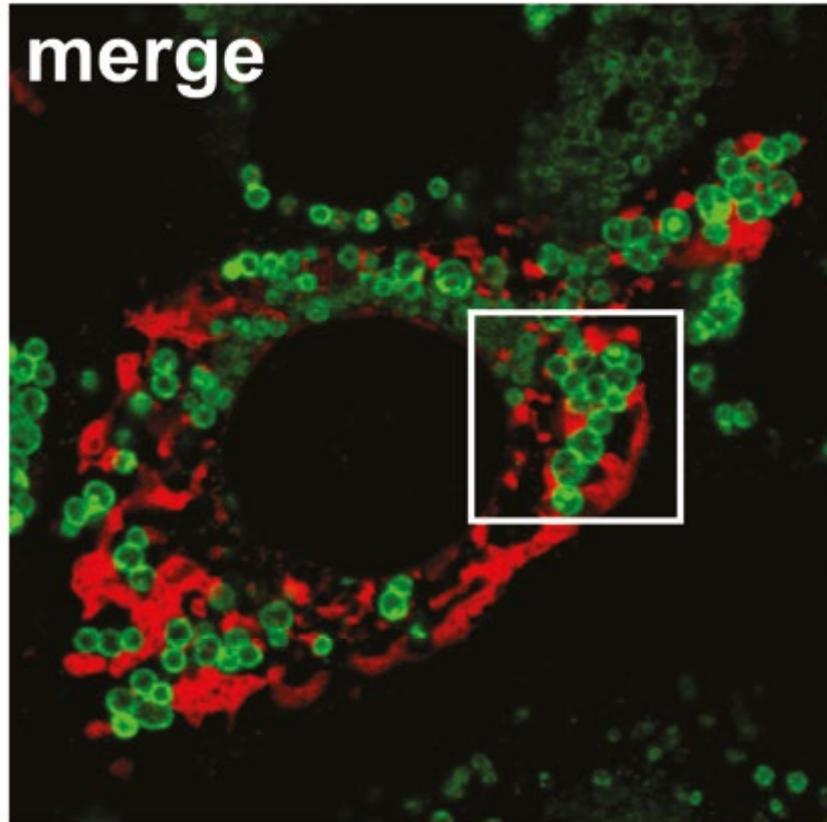
Eine Übersicht der in Kapitel 6.3 erwähnten Beispiele sowie weitere Beispiele für die Schweizer Beteiligung an internationalen Programmen, Infrastrukturen und Initiativen im Bereich Forschung und Innovation finden sich in der nachfolgenden, nicht abschliessenden Liste.

Name	Zweck
Internationale Forschungs- und Innovationsprogramme	
FRP, Rahmenprogramm für Forschung und Innovation der Europäischen Union, Brüssel (Belgien)	Hauptinstrument der EU zur Umsetzung ihrer Wissenschafts- und Technologiepolitik. Die 8. Programmgeneration Horizon 2020 dauert von 2014 bis 2020, das Nachfolgeprogramm Horizon Europe von 2021 bis 2027.
Von Horizon 2020 kofinanzierte Partnerschaftsinstrumente: – Europäische Public-Public Partnerships (P2P) wie z.B. Active Assisted Living (AAL), European & Developing Countries Clinical Trials Partnership (ECDPT), Eurostars, European Metrology Programme for Innovation and Research (EMPIR); – Europäische Joint Undertakings (JU) wie z.B. Innovative Medicines Initiative (IMI), Bio-based Industries (BBI), Electronic Components and Systems for European Leadership (ECSEL).	
EURATOM, Europäische Atomgemeinschaft, Fusionsforschungsprogramm, Brüssel (Belgien)	Koordiniert nationale Forschungsaktivitäten im Hinblick auf die friedliche Nutzung der Kernenergie über die Landesgrenzen hinweg.
EMBC, Europäische Konferenz für Molekularbiologie, Heidelberg (Deutschland)	Fördert die molekularbiologische Forschung in Europa und unterstützt die Ausbildung und den Informationsaustausch zwischen europäischen Forschenden.
Internationale Forschungsinfrastrukturen	
CERN, Europäisches Laboratorium für Teilchenphysik, Genf (Schweiz)	Stellt die ausschliesslich friedlichen Zwecken dienende Zusammenarbeit europäischer Staaten auf dem Gebiet der Kern- und Teilchenphysik sicher und fördert mit seinen Beschleunigeranlagen die Hochenergiephysik-Forschung.
EMBL, Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie, Heidelberg (Deutschland)	Fördert die europäische Zusammenarbeit in der molekularbiologischen Grundlagenforschung, stellt die hierfür notwendige Infrastruktur zur Verfügung und beteiligt sich an der Entwicklung von Spitzeninstrumentarien für die Biologie.
ESO, Europäische Organisation für astronomische Forschung in der südlichen Hemisphäre, Garching (Deutschland) und diverse Standorte in Chile	Baut und betreibt auf der südlichen Halbkugel gelegene astronomische Observatorien und fördert die europäische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der astronomischen Forschung.
ESRF, Europäische Synchrotronstrahlungsanlage, Grenoble (Frankreich)	Stellt Röntgenstrahlen mit hoher Energie, Intensität und Genauigkeit zur Verfügung. Sie werden benötigt für Strukturanalysen in der Festkörperphysik, der Molekularbiologie, der Materialwissenschaft, für Diagnose und Therapie in der Medizin sowie für spezielle Experimente in der Radiobiologie, der Grundlagenphysik und der physikalischen Chemie. ESRF ist komplementär zur Swiss Light Source (PSI).

Name	Zweck
Internationale Forschungsinfrastrukturen	
ITER Organization, Cadarache (Frankreich); Fusion for Energy, Barcelona (Spanien)	Baut den weltweit grössten experimentellen Kernfusionsreaktor, der die Realisierung der Kernfusionsenergie ermöglichen soll. Die Schweiz nimmt indirekt an ITER teil; sie wird durch die EU vertreten. Hingegen ist sie Vollmitglied des europäischen Unternehmens Fusion for Energy, das den europäischen Beitrag zu ITER verwaltet und liefert. ITER ist komplementär zu den Installationen des Swiss Plasma Center (EPFL).
European XFEL, Europäische Freie-Elektronen-Röntgenlaseranlage, Hamburg (Deutschland)	Erzeugt kurze Röntgenlaserblitze mit einer sehr hohen Leuchtstärke. Dies ermöglicht beispielsweise die Aufnahme atomischer Details von Viren, der molekularen Zusammensetzung von Zellen, von Elementen des Nanokosmos und von physikalisch-chemischen und biologischen Reaktionen. European XFEL ist komplementär zur SwissFEL (PSI).
ILL, Institut Max von Laue – Paul Langevin, Grenoble (Frankreich)	Stellt eine leistungsfähige Neutronenquelle für Forschungen und Untersuchungen auf den Gebieten Materialwissenschaften, Festkörperphysik, Chemie, Kristallographie, Molekularbiologie sowie Kern- und Grundlagenphysik zur Verfügung. ILL ist komplementär zur Swiss Neutron Spallation Source (PSI).
ESS, European Spallation Source ERIC, Lund (Schweden)	Die europäische Forschungsinfrastruktur baut die weltweit leistungsfähigste Neutronenquelle. Die Schweiz hat sich am Aufbau der ESS beteiligt und wird sich auch beim Betrieb der Anlage engagieren. ESS ist komplementär zur Swiss Neutron Spallation Source (PSI).
Raumfahrt	
ESA, Europäische Weltraumorganisation, Paris (Frankreich)	Fördert die Zusammenarbeit europäischer Staaten auf dem Gebiet der Weltraumforschung und -technologie für die Wissenschaft und für Anwendungen wie Navigationssysteme oder Wettersatelliten.
Internationale F&I-Initiativen	
COST, Europäische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der wissenschaftlichen und technischen Forschung, Brüssel (Belgien)	Vereint Forschende aus Forschungsinstitutionen, Hochschulen und der Privatwirtschaft und bietet ihnen die Möglichkeit, sich in europäische Forschungsnetzwerke einzubinden und an einem breiten Spektrum von F&E-Tätigkeiten zu arbeiten. COST ist komplementär zu den FRP und zu EUREKA.
EUREKA, Initiative im Rahmen der europäischen technologischen Forschungszusammenarbeit, Brüssel (Belgien)	Instrument zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Europas. Es führt gemäss dem Bottom-up-Prinzip marktorientiertes Forschungs-, Entwicklungs- und Umsetzungswissen zusammen. Durch die transnationale Zusammenarbeit von Unternehmen, Forschungszentren und Hochschulen gelangen innovative Produkte, Prozesse und Dienstleistungen auf den Markt. Besonders für KMU, welche die Hälfte der Partner ausmachen, ist die Initiative von grosser Bedeutung. EUREKA ist komplementär zu den FRP und COST.



TEIL B: DIE SCHWEIZER FORSCHUNG UND INNOVATION IM INTERNATIONALEN VERGLEICH



Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung leisten einen Beitrag zur Generierung von wissenschaftlichem Mehrwert in den betroffenen Fachbereichen und ergänzen die Forschungsaktivitäten an den Hochschulen und im ETH-Bereich. Sie werden vom Bund subsidiär unterstützt. Zu diesen Forschungseinrichtungen zählt auch das Forschungsinstitut für Biomedizin (Istituto di Ricerca in Biomedicina, IRB) in Bellinzona, das der Universität der italienischsprachigen Schweiz (USI) angegliedert ist. Die 30 Forschungsteams des IRB beschäftigen sich mit den Reaktionen des Immunsystems auf Krankheitserreger und abnormale Veränderungen unserer Zellen (z.B. Krebszellen) sowie mit der Erforschung seltener Krankheiten, die insbesondere Kinder betreffen. Bild: Maurizio Molinari

Inhalt Teil B

1 Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation	60	9 Wissens- und Technologietransfer.	99
1.1 Politische Stabilität		9.1 Beteiligung der Schweizer Unternehmen am WTT	
1.2 Qualität der Infrastrukturen		9.2 Aktivitätstypen der Schweizer Unternehmen im Bereich WTT	
1.3 Qualität der öffentlichen Dienstleistungen		9.3 WTT-Partner der Schweizer Unternehmen	
1.4 Lebensqualität der Wirtschaftszentren		9.4 Motive der Schweizer Unternehmen für den WTT	
1.5 Steuerbelastung der Unternehmen		9.5 Hemmnisse für den WTT der Schweizer Unternehmen	
1.6 Flexibilität des Arbeitsmarktes		9.6 Zusammenarbeit zwischen innovierenden Unternehmen und Hochschulen	
2 Bildung und Qualifikationen	63	10 Unternehmertum	103
2.1 Kompetenzen der Jugendlichen in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen		10.1 Aktivitäten zur Unternehmensgründung	
2.2 Personen mit einem Abschluss auf Tertiärstufe		10.2 Unternehmerische Einstellung	
2.3 Internationalisierung der Tertiärstufe		10.3 Rahmenbedingungen für Gründungen	
3 Personal im Bereich Forschung und Innovation	69	10.4 Zugang zu Finanzmitteln	
3.1 Personen, die in Wissenschaft und Technologie aktiv sind		11 Innovationsaktivitäten der Unternehmen.	110
3.2 Forschungs- und Entwicklungspersonal		11.1 Unternehmen mit Innovationen	
3.3 Frauen in der Forschung		11.2 Umsatz im Zusammenhang mit Innovationen	
4 Finanzierung und Aufwendungen im Bereich Forschung und Entwicklung.	72	11.3 Unternehmens- und Marktneuheiten	
4.1 F&E-Finanzierung		12 Strukturwandel	115
4.2 F&E-Aufwendungen		12.1 Sektorale Struktur	
5 Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der EU	77	12.2 Internationaler Vergleich	
5.1 Schweizer Beteiligungen an FRP		13 Die Schweiz im globalen Vergleich führender Innovationsregionen	119
5.2 Horizon 2020		13.1 F&E-Aufwendungen	
5.3 Qualität der Forschung in der Schweiz		13.2 Wissenschaftliche Publikationen	
6 Wissenschaftliche Publikationen	82	13.3 Patentanmeldungen	
6.1 Umfang der Publikationen		13.4 Innovationsaktivitäten der Unternehmen	
6.2 Impact der Publikationen		13.5 Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Aktivitäten	
6.3 Internationale Vernetzung		13.6 Fazit	
6.4 Publikationen der Schweiz nach Regionen			
7 Patente.	86		
7.1 Nationale und internationale Patente			
7.2 Internationale Zusammenarbeit			
7.3 Präsenz in neuen Technologien			
8 Informations- und Kommunikationstechnologien	90		
8.1 Bedeutung der IKT in der Wirtschaft			
8.2 Die Verbreitung der IKT in der Privatwirtschaft			
8.3 Forschungs- und Innovationsaktivitäten im IKT-Bereich			
8.4 Die Herausforderung Cybersicherheit			
8.5 Eine Herausforderung für die Bildung			

Einleitung

Dieser Teil des Berichts beurteilt die internationale Stellung der Schweiz im Bereich Forschung und Innovation. Dazu werden rund 90 Schlüsselindikatoren in 13 Kapiteln detailliert beschrieben.

Internationaler Vergleich

Um die Stärken und Schwächen des Schweizer Forschungs- und Innovationssystems zu eruieren, wurden 16 Vergleichsländer bestimmt: China, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Israel, Italien, Japan, Österreich, die Niederlande, Norwegen, Schweden, Singapur, Südkorea, die USA und das Vereinigte Königreich.

Diese Länder wurden ausgewählt, da sie mindestens eines der folgenden Merkmale aufweisen:

- Beherrschung von Spitzentechnologien;
- wichtige Bedeutung der Forschungs- und Innovationstätigkeiten;
- fortgeschrittene wirtschaftliche Entwicklung;
- ähnliche Wirtschaftsstruktur wie die Schweiz;
- wichtige Bedeutung der Wirtschaftsbeziehungen mit der Schweiz;
- ähnliche Grösse wie die Schweiz.

Zudem wurde der Durchschnitt der Länder der Europäischen Union (EU-15 und EU-28) oder der Mitgliedsländer der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) hinzugenommen, wenn die entsprechenden Daten verfügbar waren.¹

Kapitel 1 bis 12 präsentieren die Schweiz im internationalen Vergleich anhand einer Reihe von Indikatoren, die sich auf die Investitionen, Interaktionen und Leistungen im Bereich Forschung und Innovation beziehen.

Vergleich mit anderen Innovationsregionen²

Forschung und Innovation sind häufig auf eine kleine Anzahl Regionen eines Landes konzentriert. Dies liegt insbesondere an den positiven Externalitäten, die durch die geografische Nähe der Akteure begünstigt werden. Die führenden Innovationsregionen vereinen oft einen bedeutenden Anteil der nationalen Humanressourcen in der Forschung auf sich und treiben die Schaffung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Innovationen an.

Aufgrund der Struktur der Schweiz – kleine, offene und stark spezialisierte (wissensbasierte) Volkswirtschaft – und der kurzen Distanzen zwischen den wichtigsten Forschungs- und Innovationsstandorten, insbesondere zwischen den Hochschulen und den Forschungs- und Entwicklungszentren innovativer Unternehmen, kann die Schweiz als eine einzige «Innovationsregion» betrachtet werden.

Kapitel 13 beschreibt die Positionierung der Schweiz gegenüber folgenden 21 führenden Innovationsregionen:

- Baden-Württemberg, Bayern, Lombardei / Piemont, Grossraum Paris, Region Rhône-Alpes und Grossraum London (sechs europäische Regionen);
- San Francisco Bay Area, Grossraum Seattle, Grossraum New York, Grossraum Boston, Provinz Québec und Provinz Ontario (sechs nordamerikanische Regionen);
- Grossraum Tokio, Grossraum Osaka, Grossraum Seoul, Grossraum Daejeon und Grossraum Busan-Daegu, Grossraum Shanghai, Provinz Guangdong, Provinz Jiangsu und Provinz Zhejiang (neun ostasiatische Regionen).

Die Indikatoren und ihre Grenzen

Indikatoren sind quantitative Darstellungen, die zusammenfassende Informationen liefern. Sie müssen allerdings mit Vorsicht interpretiert werden, besonders im Bereich Forschung und Innovation:

- Die Indikatoren sind grundsätzlich statisch und können die Komplexität der nationalen Forschungs- und Innovationssysteme nicht vollständig erfassen.
- Die beschreibenden Indikatoren ermöglichen keine Rückschlüsse auf allfällige Kausalitätsbeziehungen zwischen den Elementen.
- Die Auswirkungen der Forschungs- und Innovationstätigkeiten können nur mittel- bis langfristig gemessen werden.
- Es ist äusserst schwierig, die Auswirkungen der Forschung und Innovation auf Güter, die nicht an den Märkten gehandelt werden, zu messen, wenn diese beispielsweise kultureller, sozialer, politischer oder ökologischer Art sind.
- In manchen Fällen werden relative Zahlen verwendet, um die Volkswirtschaften zu vergleichen. Anhand dieser Werte ist jedoch nicht immer ein Ländervergleich möglich. Stattdessen sollten bei bestimmten Ressourcen die absoluten Zahlen verwendet werden. Die relativen Zahlen sind weniger gut vergleichbar bzw. weniger aussagekräftig, je stärker sich die Länder in der Grösse unterscheiden.

Abgesehen davon ermöglichen die hier vorgestellten Indikatoren dennoch eine Bestandsaufnahme und eine Beobachtung der Leistungsfähigkeit der Schweiz in Forschung und Innovation im Zeitverlauf.

¹ Die EU-15 Mitgliedstaaten sind: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Spanien, Schweden und das Vereinigte Königreich. Die EU-28 besteht zusätzlich aus folgenden dreizehn Ländern: Bulgarien, Estland, Kroatien, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechische Republik, Ungarn, Zypern.

Zu den 36 OECD-Mitgliedstaaten gehören: Australien, Chile, Island, Israel, Japan, Kanada, Mexiko, Neuseeland, Norwegen, Südkorea, Schweiz, Türkei und die Vereinigten Staaten sowie 23 EU-Mitgliedstaaten (EU-28 ohne Bulgarien, Kroatien, Malta, Rumänien und Zypern).

² Dieses Kapitel stützt sich auf eine von Dr. Christian Rammer am Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim durchgeführte Studie.

1 Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation

Gute Rahmenbedingungen sind eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg eines Landes in Forschung und Innovation. Dazu zählen unter anderem politische Stabilität, qualitativ hochstehende öffentliche Infrastrukturen und Dienstleistungen, die Lebensqualität, die Steuerbelastung sowie die Flexibilität des Arbeitsmarktes. In diesem Kapitel werden anhand von für Forschung und Innovation besonders signifikanten Indikatoren die Rahmenbedingungen der Schweiz mit denen der Referenzländer verglichen.

1.1 Politische Stabilität

Politische Stabilität (beispielsweise keine gewaltsamen sozialpolitischen Konflikte, eine hohe öffentliche Sicherheit und eine stabile Regierung) gehört zu den zentralen Voraussetzungen für eine gut funktionierende Wirtschaft. Sie ist auch Voraussetzung für Kontinuität und ein langfristiges Wachstum der Forschungs- und Innovationstätigkeiten.

Die Schweiz belegt bei diesem Indikator hinter Singapur den zweiten Platz (Abbildung B 1.1). In den nordischen Ländern ist die politische Stabilität verhältnismässig höher als in den übrigen europäischen Ländern.

1.2 Qualität der Infrastrukturen

Die Reichweite und die Qualität der Strassen- und Schieneninfrastruktur sowie des Strom- und Telekommunikationsnetzes sind für den reibungslosen Betrieb der Wirtschaftstätigkeiten eines Landes unabdingbar.

Insgesamt zählen die schweizerischen Infrastrukturen zu den weltweit am besten entwickelten (Abbildung B 1.2). Die meisten Referenzländer schneiden bei diesem Indikator relativ ähnlich ab wie die Schweiz. Am niedrigsten sind die Qualität und die Abdeckung der Infrastrukturen in Israel, China und Italien.

1.3 Qualität der öffentlichen Dienstleistungen

Die Qualität der öffentlichen Dienstleistungen eines Landes ist unter anderem ein grosser Vorteil, wenn es darum geht, talentierte Forschende und erstklassige Unternehmen aus der ganzen Welt zu gewinnen und zu halten.

Die Schweiz gehört zu den Ländern mit der höchsten Qualität der öffentlichen Dienstleistungen (Abbildung B 1.3). Innerhalb der EU sind die Werte relativ ähnlich hoch. Am Ende der Rangliste der Referenzländer finden sich Italien und China.

Der Global Innovation Index 2019 zeigt, dass in Dänemark die Qualität und die Verbreitung der behördlichen Online-Dienst-

leistungen besonders hoch ist (Abbildung B 1.4). Er zeigt auch, dass das Potenzial des E-Governments in der Schweiz noch kaum genutzt wird.

1.4 Lebensqualität der Wirtschaftszentren

Die Forschungs- und Innovationstätigkeiten profitieren teilweise von den Dynamiken in den Wirtschaftszentren eines Landes. Der Mercer-Index klassifiziert Städte nach neun Kriterien, darunter insbesondere die Qualität des Lebensraumes, der soziokulturellen Umgebung und der verfügbaren Gesundheitsdienste. 2019 führte Wien die Rangliste an. Die Schweiz ist wie Deutschland mit drei Städten in den Top 10 vertreten (Abbildung B 1.5).

1.5 Steuerbelastung der Unternehmen

Der gewinnabhängige Gesamtbesteuerungssatz für Unternehmen ist für die Zuweisung finanzieller Mittel, ganz besonderes für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, von entscheidender Bedeutung. Dies gilt speziell für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die in der Regel gezwungen sind, ihre Innovationsaktivitäten aus ihrem Kapitalfluss zu finanzieren. Ein günstiges steuerliches Umfeld ist zudem wichtig für die Gründung inländischer Unternehmen und kann ausländische Unternehmen anziehen, welche die Wirtschaftsstruktur eines Landes stärken.

Mit einem Durchschnittssatz von 28,8% zählt die Schweiz zu den Top 5 der Länder mit einem tiefen Gesamtbesteuerungssatz für Unternehmen im Verhältnis zu ihrem Gewinn. Singapur, Dänemark und Israel wenden noch tiefere Steuersätze an, die zwischen 21% und 26% liegen (Abbildung B 1.6). In Italien, Frankreich und China sind die durchschnittlichen Steuersätze doppelt so hoch wie in der Schweiz.¹

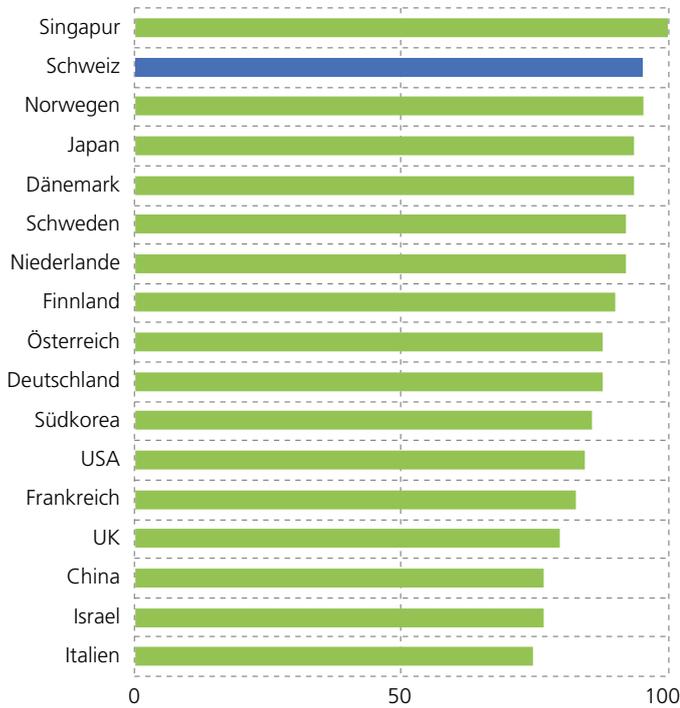
1.6 Flexibilität des Arbeitsmarktes

Ein flexibler Arbeitsmarkt ermöglicht den Unternehmen, ihren Fachkräftebedarf rasch zu decken. Er fördert zudem die technologische Flexibilität der Unternehmen und beschleunigt die Übernahme neuer Technologien.

Abbildung B 1.7 stellt die Flexibilität des Arbeitsmarktes anhand einer Umfrage bei Unternehmern dar. In Dänemark, der Schweiz und Singapur ist der Arbeitsmarkt am flexibelsten. Am stärksten reglementiert ist er in Italien, Frankreich und Südkorea.

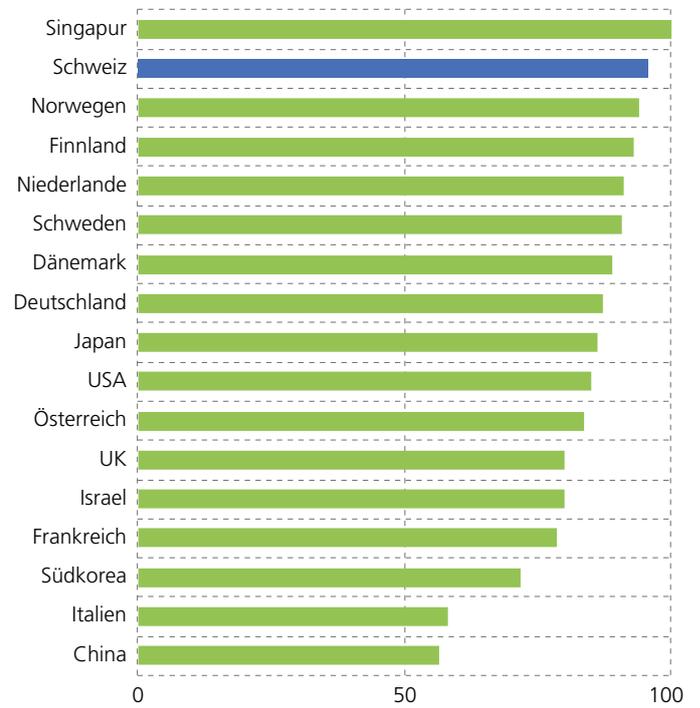
¹ Diese Statistiken wurden vor der Inkraftsetzung des Bundesgesetzes über die Steuerreform und die AHV-Finanzierung (STAF) per 1. Januar 2020 erhoben (siehe Teil A, Kapitel 1).

Abbildung B 1.1: Politische Stabilität, 2019



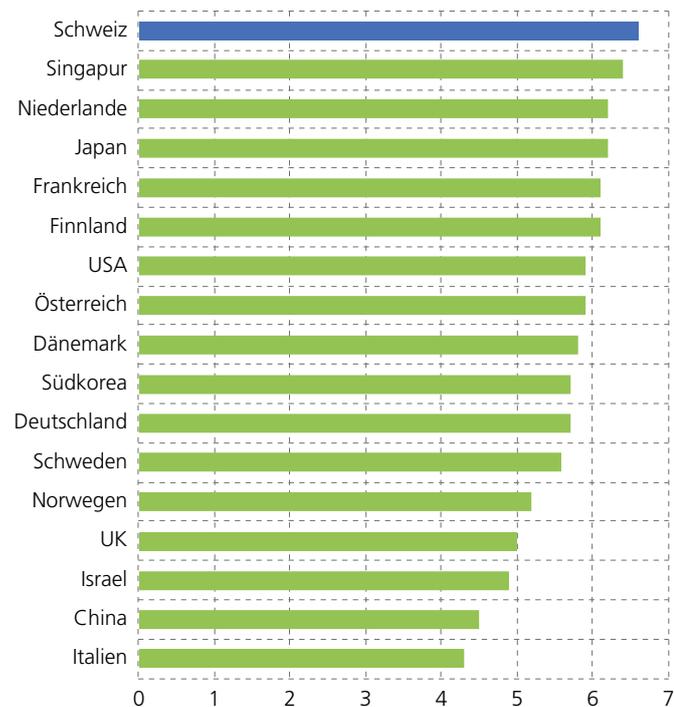
0 = hohe politische Instabilität
100 = hohe politische Stabilität
Quelle: Global Innovation Index

Abbildung B 1.3: Qualität der öffentlichen Dienste, 2019



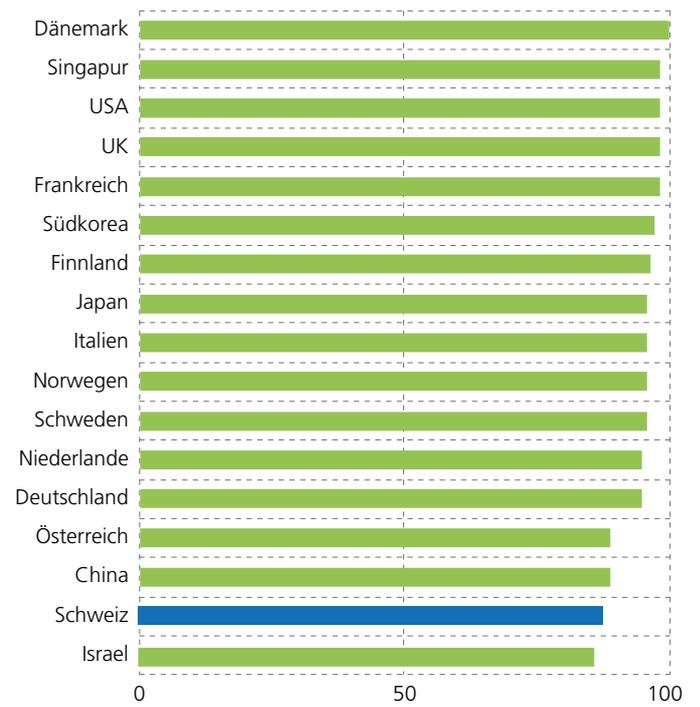
0 = sehr schlechte Qualität der öffentlichen Dienstleistungen
100 = sehr gute Qualität der öffentlichen Dienstleistungen
Quelle: Global Innovation Index

Abbildung B 1.2: Qualität der Infrastruktur, 2017–2018



1 = extrem unterentwickelt – gehört zu den Schlechtesten weltweit
7 = umfangreich und effizient – gehört zu den Besten weltweit
Quelle: World Economic Forum

Abbildung B 1.4: Behördliche Online-Dienste, 2019



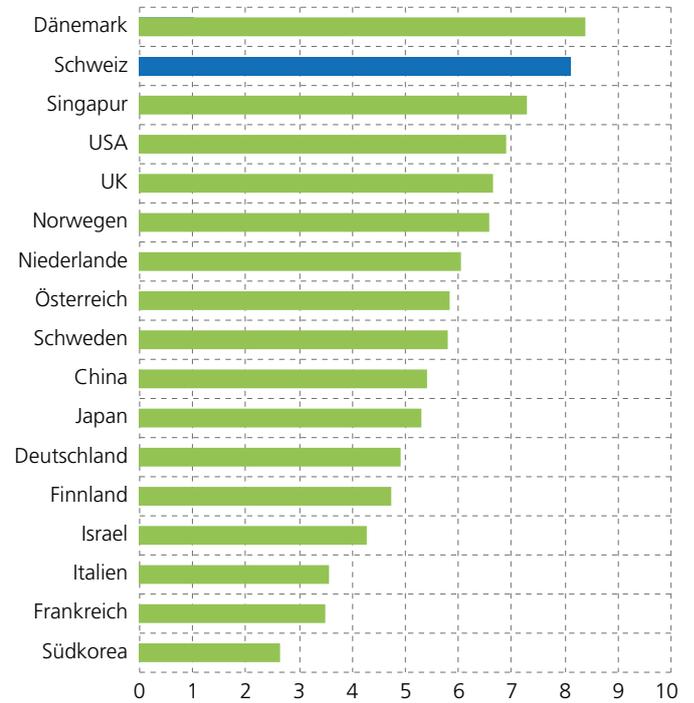
0 = sehr schlechte Qualität und begrenzter Umfang der öffentlichen Online-Dienste
100 = sehr gute Qualität und breiter Umfang der öffentlichen Online-Dienste
Quelle: Global Innovation Index, UPAN

Abbildung B 1.5: Lebensqualität gemäss Städteranking (Top 10), 2019

Rang	Stadt	Land
1	Wien	Österreich
2	Zürich	Schweiz
3	Vancouver	Kanada
3	München	Deutschland
3	Auckland	Neuseeland
6	Düsseldorf	Deutschland
7	Frankfurt	Deutschland
8	Kopenhagen	Dänemark
9	Genf	Schweiz
10	Basel	Schweiz

Quelle: Mercer

Abbildung B 1.7: Arbeitsmarktflexibilität, 2019

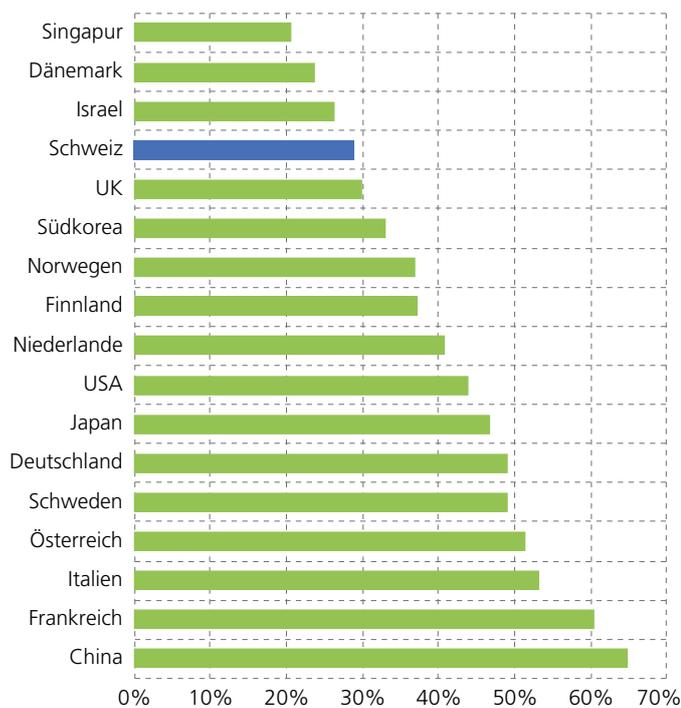


0 = wenig flexibler oder stark regulierter Arbeitsmarkt

10 = sehr flexibler oder kaum regulierter Arbeitsmarkt

Quelle: IMD

Abbildung B 1.6: Gesamtsteuersatz in Prozent vom Gewinn, 2019



Quelle: Weltbank

2 Bildung und Qualifikationen

Ein hohes Qualifikationsniveau der Bevölkerung begünstigt die Innovationsfähigkeit eines Landes. Die meisten Staaten stellen die Hochschulbildung in den Vordergrund ihrer Bemühungen. Die Schweiz hat sich hingegen für eine duale Strategie entschieden, bei der die arbeitsmarktorientierte Berufsbildung eine wichtige Rolle spielt. In Bezug auf die Innovationsleistungen der Schweiz kann die Bedeutung der beruflichen Grundbildung (Sekundarstufe II) und der höheren Berufsbildung (Tertiärstufe) nicht genug betont werden (siehe auch Teil C, Studie 1).

Da es keine zuverlässigen Indikatoren gibt, die einen internationalen Vergleich über alle Bildungsebenen hinweg ermöglichen, werden in diesem Kapitel Standardindikatoren vorgestellt. Diese beziehen sich hauptsächlich auf die Tertiärstufe. Angesichts der Besonderheiten des schweizerischen Bildungssystems müssen diese Indikatoren mit Vorsicht interpretiert werden.

2.1 Kompetenzen der Jugendlichen in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen

Die Ausbildung qualifizierter junger Erwachsener ist eine wesentliche Voraussetzung für die sozioökonomische Entwicklungsfähigkeit eines Landes. Mit der internationalen Schulleistungsstudie der OECD (Programme for International Student Assessment, PISA) wird jeweils in über 70 Ländern der Kompetenzstand der 15-Jährigen in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen vergleichend gemessen.

Gemäss der Erhebung 2018 geht hervor, dass in der Schweiz 17% der 15-Jährigen sehr gut in Mathematik sind. Nach Singapur, Südkorea, den Niederlanden und Japan liegt die Schweiz in diesem Bereich auf Platz fünf ohne Berücksichtigung von China, wo die Daten nur nach Regionen verfügbar sind (Abbildung B 2.1). Dieser Anteil liegt aber deutlich über dem OECD-Durchschnitt (10,9%). Hingegen liegen die Jugendlichen in der Schweiz in den Naturwissenschaften im Mittelfeld (7,8%). Im Bereich Lesen liegt der Anteil der sehr leistungsstarken Jugendlichen in der Schweiz (8,1%) leicht unter dem OECD-Durchschnitt (8,7%). In den beiden letztgenannten Bereichen schneiden die Jugendlichen aus Finnland europaweit am besten ab.

2.2 Personen mit einem Abschluss auf Tertiärstufe

Personen mit einem Abschluss auf Tertiärstufe (Hochschule oder höhere Berufsbildung) bilden einen Pool von hochqualifizierten Arbeitskräften, die für die Erzeugung und Verbreitung von Kenntnissen in einer wissensbasierten Wirtschaft von grosser Bedeutung sind.

In der Schweiz hat der Anteil der Personen mit tertiärem Bildungsabschluss unter den 25- bis 34-Jährigen seit dem Jahr 2000 stark zugenommen. Dagegen ist der Anteil der 25- bis 34-Jährigen mit einem Abschluss der Sekundarstufe II zurückgegangen (Abbildung B 2.2). Im Jahr 2015 kreuzten sich diese beiden Kurven zum ersten Mal. Im Jahr 2017 überschritt der Anteil der ständigen Wohnbevölkerung im Alter von 25 bis 34 Jahren mit einem Tertiärabschluss erstmals die 50%-Marke, und 2018 erreichte er 51,2%.

Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz hinter Südkorea (69,6%) und Japan (60,4%) auf dem dritten Platz (Abbildung B 2.3). Sie liegt jedoch knapp vor dem Vereinigten Königreich (50,8%). Deutschland (32,3%), Italien (27,7%) und China (17,9%) rangieren deutlich unter dem Durchschnitt der OECD-Mitgliedstaaten (46,9%).

Absolventinnen der tertiären Bildung in der Schweiz

2018 verfügten in der Schweiz 53,7% der Frauen im Alter von 25 bis 34 Jahren über einen Hochschulabschluss, davon 11,4% in der höheren Berufsbildung (Abbildung B 2.4). Bei Männern der gleichen Altersgruppe haben 48,8% in der Schweiz einen Hochschulabschluss, davon 14,1% in der höheren Berufsbildung. 2005 lagen diese Gesamtanteile bei 25% für Frauen und 37,1% für Männer. Der Anteil der Frauen im Alter von 25 bis 34 Jahren mit einem Tertiärabschluss hat sich somit in 13 Jahren mehr als verdoppelt.

Neueintritte in MINT-Studienfächer¹

Auch wenn die Innovationen von Fortschritten in sämtlichen wissenschaftlichen Bereichen profitieren,² stützen sich die technischen Innovationen zu einem grossen Teil auf Fortschritte in den exakten und Naturwissenschaften sowie den technischen und Ingenieurwissenschaften. Es gilt daher die Attraktivität der MINT-Studiengänge bei den Neueintretenden auf Bachelorstufe zu messen.

2017 waren 26,4% der Neueintretenden auf Bachelor- oder vergleichbarer Stufe in MINT-Studiengängen eingeschrieben (Abbildung B 2.5). Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz damit an achter Stelle weit hinter dem Spitzenreiter Deutschland (40,2%), hinter Südkorea (34,3%) und Österreich (33,6%).

Dabei ist jedoch zu beachten, dass die OECD-Zahlen die höhere Berufsbildung mitberücksichtigen. Werden ausschliesslich die Studieneintritte auf Bachelorstufe an Universitäten (UH) und Fachhochschulen (FH) betrachtet, wurden zu Beginn des Studienjahres 2018 / 2019 insgesamt 13 471 neue Studierende in MINT-Fächern verzeichnet. Dies entspricht 35% der Gesamtzahl der Studienanfänger (Abbildung B 2.6).

¹ Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik

² Siehe Studie 6 in Teil C zum Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation.

Im Hinblick auf die Fächer ist die stärkste Zunahme im Fach Informatik zu beobachten; dort stiegen die Neueintritte von 1392 im Jahr 2009 auf 2517 im Jahr 2018, davon 70 % an den FH. Seit Studienbeginn 2017 sind in der Schweiz mehr Neueintritte im Bereich Informatik als im Bereich Chemie und Lebenswissenschaften oder im Baubereich zu verzeichnen (BFS, 2019b).

Insgesamt steigt die Zahl der Einschreibungen in MINT-Fächern an Fachhochschulen und Universitäten stetig an. Diese Entwicklung ist vor allem den Frauen zuzuschreiben: Seit 2009, ist die Anzahl Neueintritte bei den Frauen von 3244 auf 4290 gestiegen, was eine Zunahme von 47 % bedeutet. Bei den Männern beträgt der Anstieg 21 % (von 7614 auf 9181 Neuzugänge) (Abbildung B.2.6).

Zu Beginn des Studienjahres 2018 / 2019 sind Frauen in den Bereichen Chemie und Life Sciences sehr gut vertreten (mehr als 60 % aller Neueintritte in die UH und 43 % in die FH sind Frauen). Andererseits sind sie im IT-Sektor weiterhin untervertreten (weniger als 15 % aller Neueintritte in die UH und weniger als 16 % in die FH) (BFS, 2019b).

Doktorate

Abgesehen von Bachelor- und Masterabschlüssen werden auf der Tertiärstufe auch Doktorate vergeben. Diese Ausbildungen sind für die Entwicklung von wissenschaftsbasierten Innovationen besonders wichtig, da sie eine Vertiefung der Kompetenzen im Bereich der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Forschung ermöglichen. Inhaber eines Dokortitels sind gut qualifiziert, um forschungsbasierte Innovationen zu realisieren. Mit 2,4 % der 25- bis 34-Jährigen, die 2017 einen Dokortitel erworben haben, liegt die Schweiz an der Spitze der Vergleichsländer, gefolgt von den Vereinigten Staaten (1,7 %) und dem Vereinigten Königreich (1 %) (Abbildung B.2.3).

In der Schweiz werden 46,9 % der Doktorate in den Natur- und Ingenieurwissenschaften erworben (31,9 % bzw. 15 %) (Abbildung B.2.7). In diesen Bereichen sind Frankreich und Israel mit 57 % bzw. 51,1 % der Doktoranden führend. In den Geistes- und Sozialwissenschaften liegt der Anteil der Hochschulabsolventen mit Doktorat in der Schweiz bei 16,7 %. Mit Blick auf die Digitalisierung beträgt der Anteil der Personen mit einem Dokortitel im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien in Finnland 7,2 %, in Israel 5,9 % und in Frankreich 5,4 %. In der Schweiz beläuft sich dieser Wert auf 3,4 %.

³ Ein Student gilt als Ausländer (oder Migrant), wenn er vor Beginn seines Hochschulstudiums in der Schweiz, seinen Wohnsitz im Ausland hatte und auch seine Ausbildung dort machte.

⁴ 9,6 % der Bachelor- und 29,5 % der Masterstudierenden in der Schweiz sind ausländische Studierende (OECD, 2019b).

Attraktivität für internationale Talente

Die OECD hat 2019 erstmals einen Index veröffentlicht, der die Attraktivität der Länder für künftige internationale Studierende sowie hochqualifizierte internationale Fachkräfte misst (OECD, 2019c).

Die Schweiz, Norwegen und Deutschland gehen als attraktivste Länder für künftige internationale Studierende aus der Analyse hervor. Die hohe Attraktivität der Schweiz ist insbesondere den relativ niedrigen Studiengebühren für ausländische Studierende, einem guten gesellschaftlichen Zusammenhalt (einschliesslich einer eher positiven Haltung gegenüber Einwanderung), der hohen Lebensqualität sowie potenziell hohen künftigen Einkommen und günstigen Steuersätzen zu verdanken.

Bei den hochqualifizierten, bereits ausgebildeten internationalen Fachkräften stehen Schweden, die Schweiz und die USA am höchsten in der Gunst. Neben den von den internationalen Studierenden erwähnten Punkten ist die Schweiz insbesondere dank guter Bedingungen für Familien (u.a. Familienzulagen der öffentlichen Hand und Familiennachzug bzw. das Recht auf Arbeitstätigkeit der Ehepartnerin bzw. des Ehepartners) attraktiv. Ebenfalls eine Rolle spielen das leistungsfähige Internet, die guten Englischkenntnisse der hiesigen Bevölkerung sowie die hohe Intensität der Schweiz bei den F&E-Ausgaben und Patentanmeldungen. Die ausländischen Arbeitskräfte geben hingegen in der OECD-Erhebung an, dass die Bedingungen zur Änderung des Aufenthaltsstatus (befristete zu dauerhafter Bewilligung) sowie die Voraussetzungen zum Erwerb der Schweizer Staatsangehörigkeit der Attraktivität der Schweiz abträglich sind.

2.3 Internationalisierung der Tertiärstufe

In kleinen bis mittelgrossen wissensintensiven Ländern ist die Fähigkeit, die besten internationalen Talente anzuziehen, für die Entwicklung von Forschungs- und Innovationsaktivitäten unerlässlich.

Mit einem Anteil von 17,8 % der ausländischen Studierenden auf der Tertiärstufe zählt die Schweiz neben dem Vereinigten Königreich (17,9 %) und Österreich (17,2 %) zu den attraktivsten Ländern für Studierende aus dem Ausland (Abbildung B.2.8).^{3,4} Sehr tief ist der Anteil hingegen in Israel (2,9 %), Südkorea (2,3 %) und China (0,4 %).

Bei den ausländischen Bildungsteilnehmenden, die doktorieren, steht die Schweiz an der Spitze: Über die Hälfte aller Studierenden in Schweizer Doktorandenprogrammen (55,3 %) stammt aus dem Ausland (Abbildung B.2.8). In den Niederlanden, im Vereinigten Königreich und in Frankreich liegt der betreffende Anteil zwischen 40 % und 43 %. Südkorea (9,8 %), Deutschland (9,7 %) und Israel (7 %) weisen die tiefsten Anteile auf.

Im Vergleich zu den 2005 beobachteten Werten ist in allen Vergleichsländern, insbesondere auf Doktoratsstufe, ein deutlicher Trend zur Internationalisierung der Tertiärstufe zu erkennen.

Schweizer Hochschulabsolventen mit Migrationshintergrund

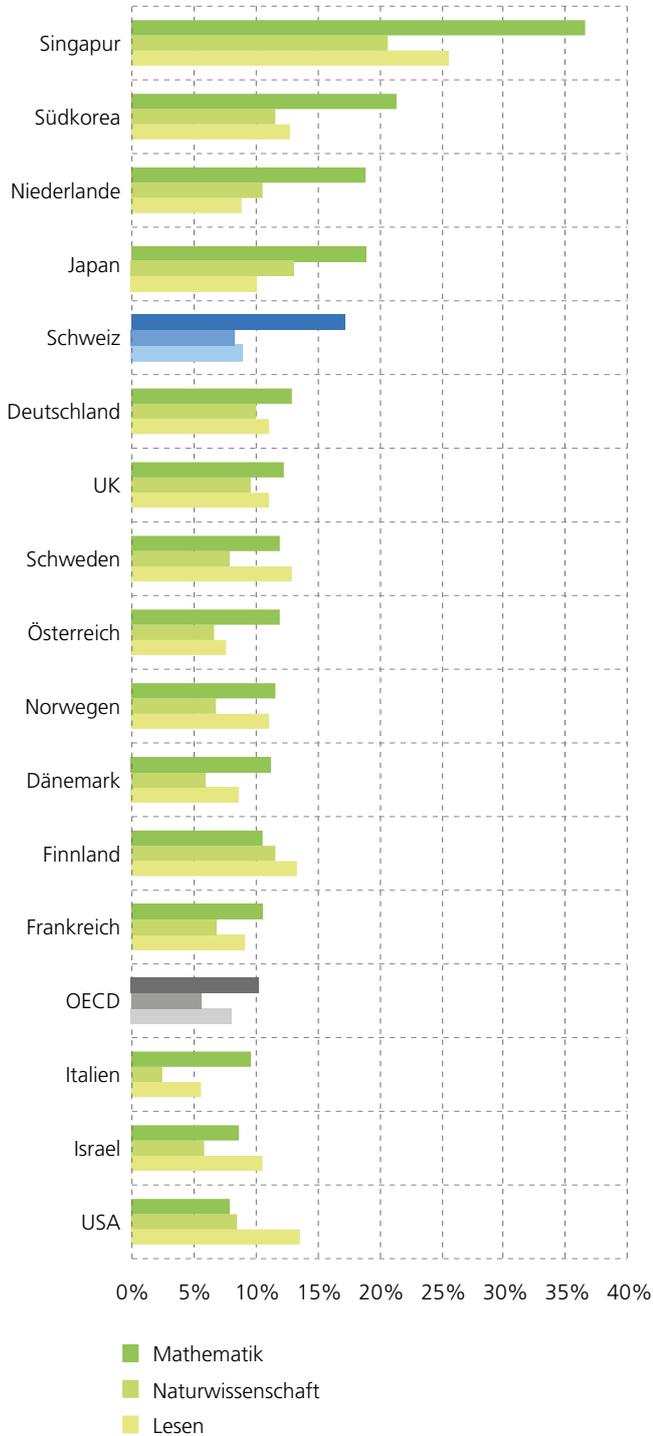
Die Mobilität spielt auf der Tertiärstufe des Schweizer Bildungssystems eine wichtige Rolle. Grosses Gewicht kommt dabei den Staatsangehörigen aus Mitgliedsländern der Europäischen Union zu: Die letzte Studie des BFS von 2017 zeigte auf, dass 71,3 % der ausländischen Studienabgänger, die einen Masterabschluss in der Schweiz erworben hatten und 78,2 % der Absolventen mit Dokortitel, aus der EU stammten (Abbildung B 2.9).

Was die Studienbereiche betrifft, zeigt dieselbe Studie, dass 31,8 % der ausländischen Absolventen einen Masterabschluss in exakten und Naturwissenschaften erworben haben, während 22,8 % ihr Studium mit einem Master in technischen Wissenschaften abgeschlossen haben. Bei den Doktoraten wurden 45 % der Abschlüsse in den exakten Wissenschaften und Naturwissenschaften und 28,7 % in den technischen Wissenschaften vergeben (Abbildung B 2.9).

Die ausländischen Studierenden, die einen Abschluss einer universitären Hochschule der Schweiz erwerben, bleiben danach nicht alle in der Schweiz. Von den ausländischen Absolventen, die 2014 in der Schweiz einen Masterabschluss einer universitären Hochschule erworben hatten, haben 34,8 % das Land 2015 verlassen. Auf Doktoratsstufe waren 33 % der Personen, die die obligatorische Schule im Ausland durchlaufen und 2014 in der Schweiz einen Dokortitel erworben hatten, ein Jahr danach ausgewandert (Abbildung B 2.9) (BFS, 2017).

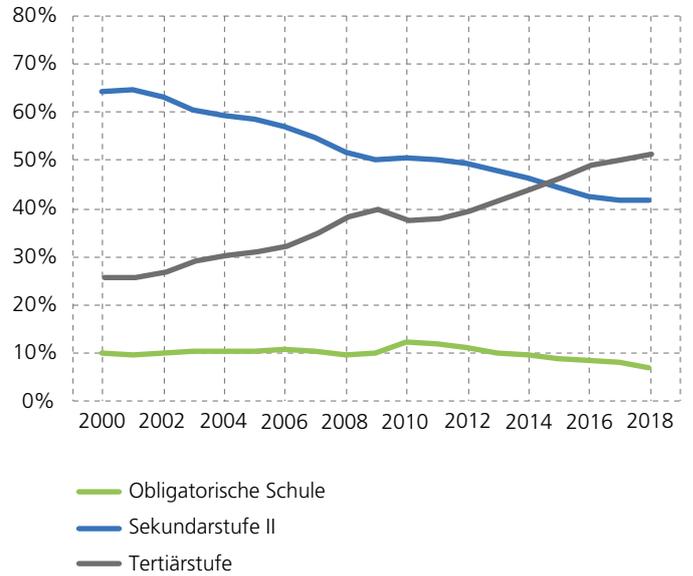
Werden die Fachbereiche mit der Abwanderungsquote verknüpft, wird deutlich, welche Bedeutung die ausländischen Doktoranden in den exakten Wissenschaften, Naturwissenschaften und technischen Wissenschaften für die Schweizer Forschung haben. So erwarben 2014 fast drei Viertel aller ausländischen Doktoranden in diesen beiden Bereichen ihren Dokortitel. Im Durchschnitt verliessen nur drei von zehn dieser Absolventen ein Jahr nach ihrem Abschluss die Schweiz (Abbildung B 2.9).

Abbildung 2.1: Anteil der Jugendlichen mit sehr guten Leistungen in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaft und Lesen, 2018



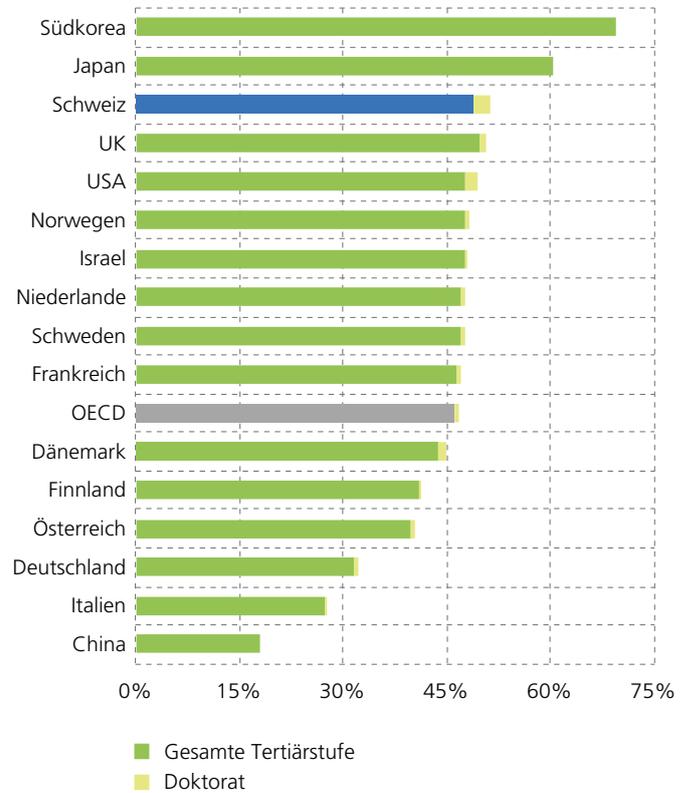
15-jährige Jugendliche, die in der PISA-Erhebung im betreffenden Fach die Bewertung 5 oder 6 erhalten.
Keine Daten verfügbar: China
Quelle: OECD

Abbildung B 2.2: Höchster Bildungsabschluss der 25- bis 34-Jährigen in der Schweiz, 1999–2018



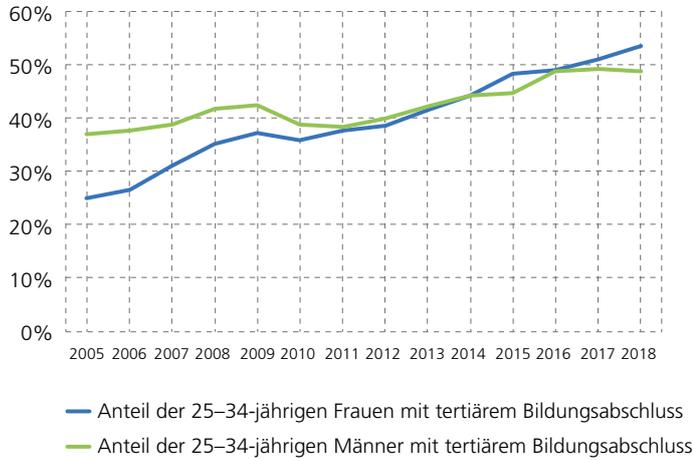
Quelle: BFS

Abbildung B 2.3: Anteil der 25- bis 34-Jährigen mit einem tertiären Bildungsabschluss, 2018



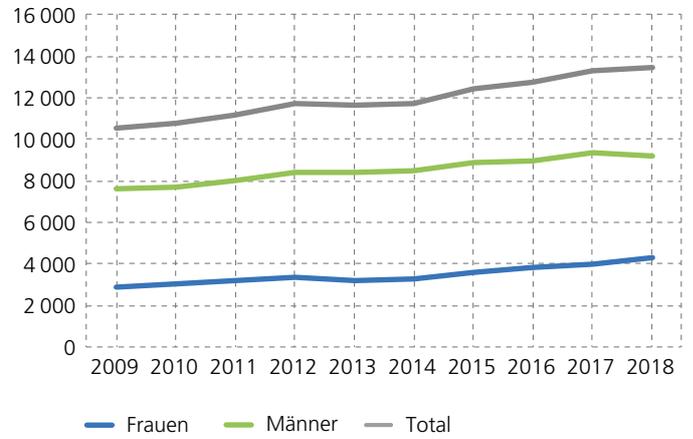
Gesamte Tertiärstufe: Bachelor, Master, tertiäres Kurzzeitprogramm
Keine Daten verfügbar für Doktorate: China, Japan, Südkorea
Keine Daten verfügbar für Singapur
Ausnahmen zum Referenzjahr: China (2017), Japan (2017)
Quelle: OECD

Abbildung B 2.4: Entwicklung des Bildungsniveaus der 25- bis 34-Jährigen nach Geschlecht, 2005–2018



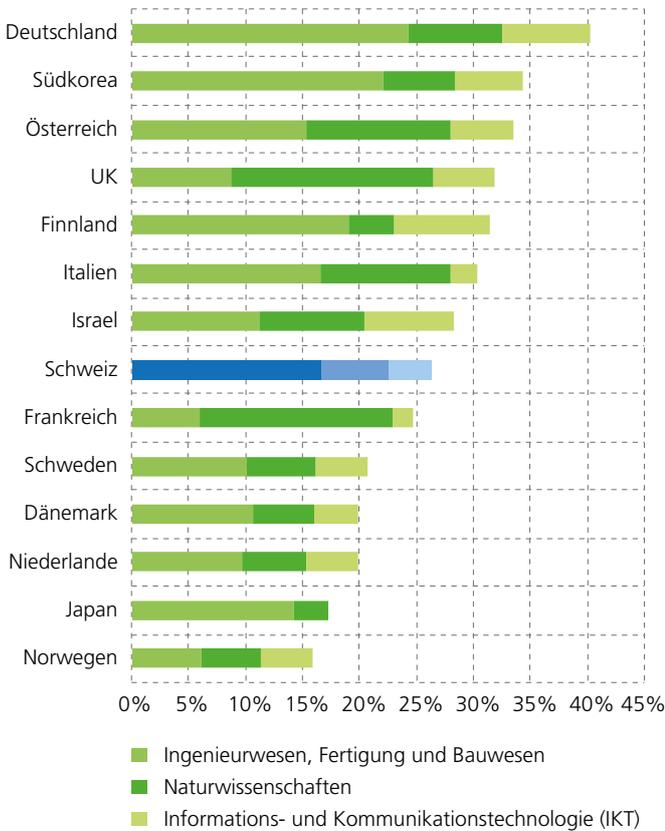
Quelle: BFS

Abbildung B 2.6: Neueinsteiger MINT-Bachelorstudenten an Schweizer Hochschulen, 2009–2018



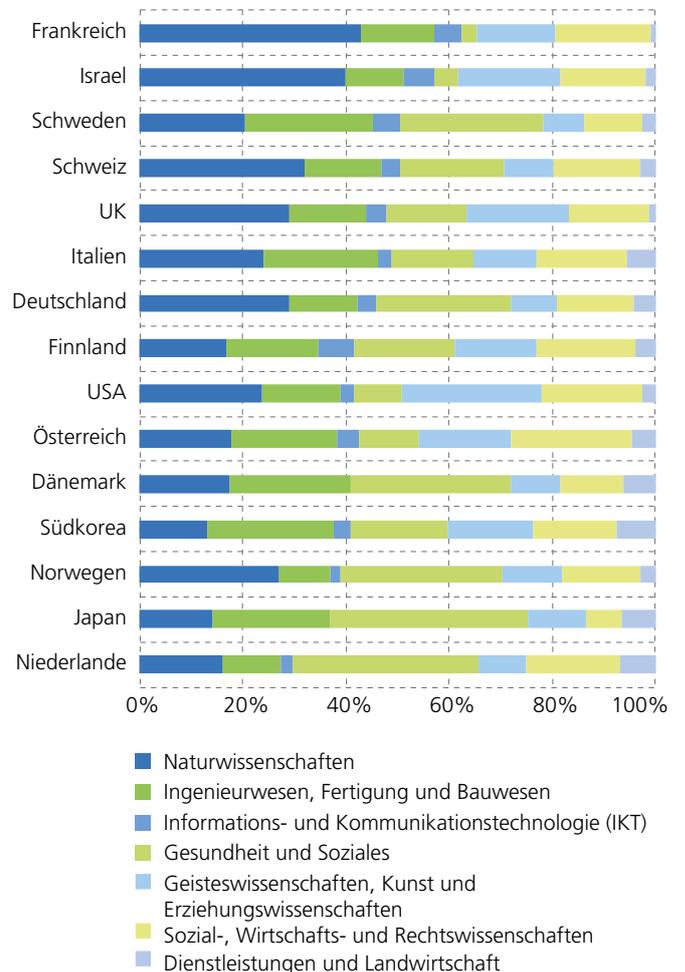
Als Neueinsteiger gilt jeder, der sich im Herbst-/Wintersemester an einer Schweizer Universität oder Fachhochschule erstmals anmeldet.
Quelle: BFS

Abbildung B 2.5: Anteil der neuen MINT-Bachelorstudenten oder Äquivalente von allen Neueinsteigern, 2017



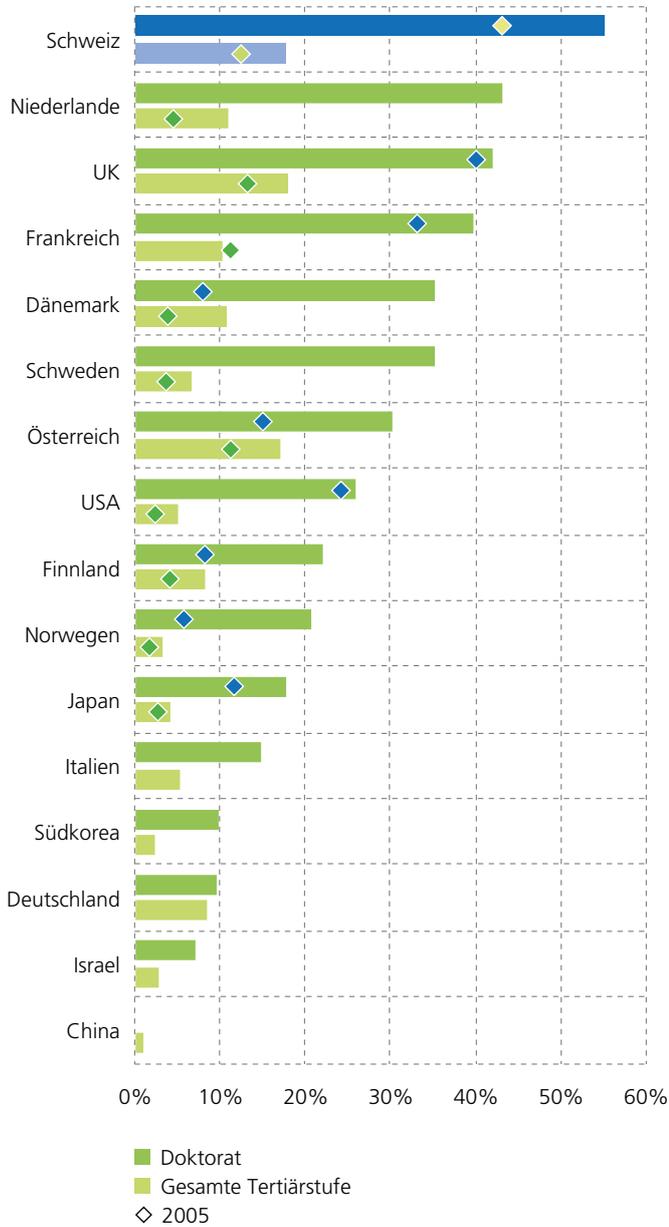
MINT: Mathematik, Informatik, Natur- und Technikwissenschaften
IKT-Daten für Japan sind in den anderen Kategorien enthalten
Keine Daten verfügbar: China, Singapur, USA
Quelle: OECD

Abbildung B 2.7: Doktorgrade nach Studienbereich, 2017



IKT-Daten in den Daten der anderen Fächergruppen enthalten: Dänemark, Japan
Keine Daten verfügbar: China, Singapur
Quelle: OECD

Abbildung B 2.8: Anteil der ausländischen Studenten an der Gesamtzahl der Hochschulstudenten, 2017



Keine Daten verfügbar: Singapur
 Keine Daten 2005 verfügbar: China, Deutschland, Israel, Italien,
 Niederlande (Doktorat), Schweden (Doktorat), Südkorea
 Quelle: OECD

Abbildung B 2.9: Hochschulabsolventen mit Migrationshintergrund, 2014

%	Master UH	Doktorat UH
Nationalität zum Zeitpunkt des Erwerbs der Hochschulzulassungsberechtigung		
Europäisch	71,3	78,2
Verteilung nach Fachbereich		
Geisteswissenschaften	6,7	2,8
Sozial- und Erziehungswissenschaften	13	3,7
Recht	9,7	1
Wirtschaftswissenschaften	11,7	2,8
Exakte und Naturwissenschaften	31,8	45
Gesundheitswesen	4,2	16
Technische Wissenschaften	22,8	28,7
Abwanderungsquote der Absolventen (2015)		
<i>Total</i>	34,8	33
Geisteswissenschaften	21,7	48,3
Sozial- und Erziehungswissenschaften	40,7	47,5
Recht	25,5	m
Wirtschaftswissenschaften	46	48,3
Exakte und Naturwissenschaften	33,2	33,7
Gesundheitswesen	37,2	20,2
Technische Wissenschaften	32,6	27,6
Anteil von im Ausland wohnhaften und in der Schweiz erwerbstätigen Personen (2015)		
<i>Total</i>	21,9	9,5

m: Zellhäufigkeit < 25
 Quelle: BFS

3 Personal im Bereich Forschung und Innovation

Gut ausgebildetes Personal in ausreichender Zahl ist die Grundlage für eine qualitativ hochstehende Forschung und für den Transfer von Wissen in innovative Produkte und Dienstleistungen.

3.1 Personen, die in Wissenschaft und Technologie aktiv sind

Als in den Bereichen Wissenschaft und Technologie tätige Personen gelten Arbeitskräfte, die sich mit der Herstellung, Verbreitung und Anwendung von wissenschaftlichem und technologischem Wissen befassen. Dabei handelt es sich um intellektuelle und wissenschaftliche Berufe (Gruppe 2 der internationalen Standardklassifikation der Berufe (International Standard Classification of Occupations)) und um Fachspezialisten (Gruppe 3).

In der Schweiz sind 42 % der Erwerbstätigen im Bereich Wissenschaft und Technologie tätig (Abbildung B 3.1). Damit teilt sich die Schweiz den zweiten Rang mit Norwegen, knapp hinter Schweden (43 %). In Dänemark, Finnland, den Niederlanden und in Deutschland liegt der betreffende Anteil zwischen 41 % und 39 %. Nur Italien befindet sich unter dem europäischen Durchschnitt (EU-15).

Im Vergleich mit dem Jahr 2007 sind im Vereinigten Königreich und in Finnland die höchsten Zuwachsraten zu verzeichnen. Die Schweiz weist in diesem Zeitraum eine der niedrigsten Zuwachsraten auf.

3.2 Forschungs- und Entwicklungspersonal

Als Forschungs- und Entwicklungspersonal (F&E-Personal) gelten: Forschende (Fachkräfte, die sich mit der Konzeption und Entwicklung neuer Kenntnisse, Produkte, Verfahren, Methoden und Systeme sowie mit dem Management der betreffenden Projekte befassen), Techniker (Realisierung wissenschaftlicher und technischer Aufgaben) sowie das Unterstützungspersonal.

Der Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung, ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten, liegt in Dänemark und Finnland bei rund 2 % (Abbildung B 3.2). Mit einem Anteil von 1,6 % liegt die Schweiz im Mittelfeld. Schweden, Südkorea, Österreich und Norwegen weisen Werte zwischen 1,7 % und 1,9 % auf.

Werden ausschliesslich die Forschenden berücksichtigt, befindet sich die Schweiz mit einem Anteil der Forschenden an der Gesamtbeschäftigung von 0,9 % im hinteren Bereich des Vergleichs. In Südkorea, Finnland, Schweden und Dänemark liegt dieser Anteil zwischen 1,4 % und 1,5 %. Der tiefere Wert der Schweiz ist insbesondere auf den verhältnismässig geringen Anteil von Forschenden in privaten Unternehmen zurückzuführen (Abbildung B 3.3).¹

Ausländisches F&E-Personal

Der Anstieg beim Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung in der Schweiz zwischen 2007 und 2017 hängt grösstenteils mit der Zunahme von aus dem Ausland stammendem F&E-Personal zusammen. Von 2000 bis 2017 beträgt diese Zunahme 147 % im Hochschulbereich (von 12 000 auf 29 400 ausländische F&E-Mitarbeitende) und 73 % bei den privaten Unternehmen (von 13 000 auf 23 000; BFS, 2019a). 2017 entsprechen die ausländischen F&E-Mitarbeitenden 43 % des F&E-Personals der Hochschulen und 42 % des F&E-Personals in Privatunternehmen (Abbildung B 3.4). Im Jahr 2000 betrug dieser Anteil noch 28 % bzw. 32 %. 2017 waren über die Hälfte der Forschenden im Hochschulbereich (52 %) und in der Privatwirtschaft (51 %) ausländischer Herkunft. (OFS, 2019b).

3.3 Frauen in der Forschung

2017 betrug der Frauenanteil in Schweizer Forschungsteams 35 % (Abbildung B 3.5). Im internationalen Vergleich ist dieser Prozentsatz verhältnismässig hoch. Mit einem Anteil der Forscherinnen von knapp 40 % liegt das Vereinigte Königreich auf dem ersten Rang. In den letzten zehn Jahren ist dieser Anteil in der Schweiz und in Südkorea am stärksten gestiegen (um fünf Prozentpunkte).

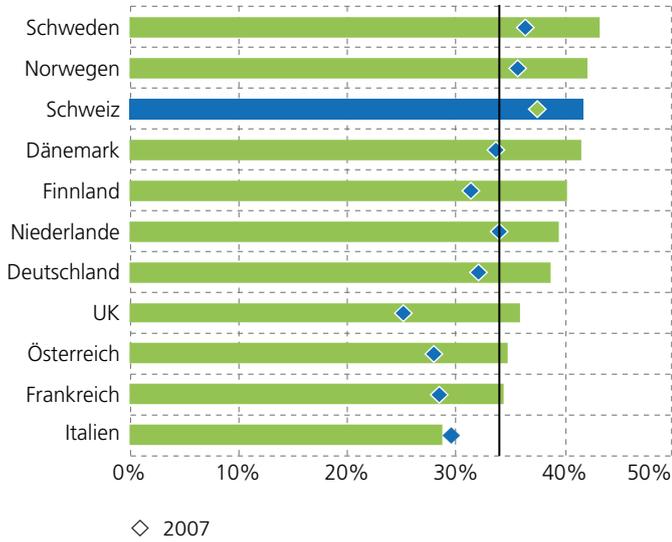
«Leaky Pipeline»

Damit das Potenzial der Forscherinnen vollständig genutzt werden kann, muss das Phänomen der «Leaky Pipeline» gestoppt werden (Abbildung B 3.6): Während die Frauen unter den Studierenden der Bachelor-Stufe die Mehrheit bilden, markiert der Masterabschluss einen Wendepunkt. Mit steigender Karrierestufe nimmt der Frauenanteil kontinuierlich ab und beträgt auf der höchsten Stufe der ernannten Professoren und leitenden Wissenschaftler (Stufe A) nur noch 23 %. In den letzten Jahren war jedoch immerhin eine Zunahme des Frauenanteils in Posten der Stufe A zu verzeichnen (2013: 17 %) (BFS, 2019c).

Im europäischen Vergleich sind die Forscherinnen der Stufe A in der Schweiz in den medizinischen Wissenschaften, den Gesundheitswissenschaften und den Naturwissenschaften am wenigsten vertreten (Abbildung B 3.7). Wie auch in Europa sind sie im Bereich Technik und Ingenieurwissenschaften am stärksten unterrepräsentiert.

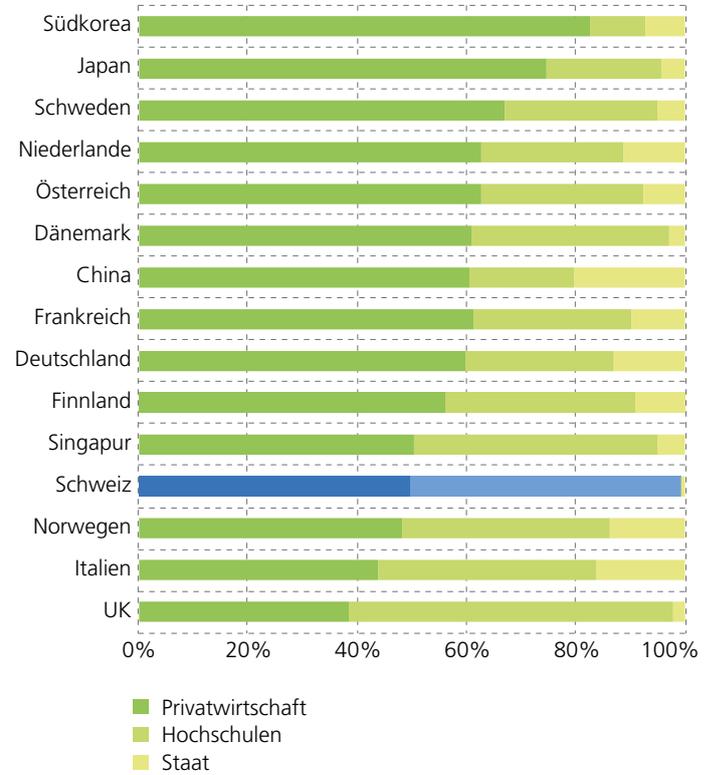
¹ Obwohl relativ an letzter Stelle, weist China eine absolute Zahl von 1,74 Mio. Forschenden auf, darunter 1 Mio. im privaten Sektor. In den EU-15 arbeiten insgesamt 1,71 Mio. Forschende. In der Schweiz arbeiten 46 090 Forschende, davon 22 910 in der Privatwirtschaft (OECD, 2019d).

Abbildung B 3.1: Anteil der im Bereich Wissenschaft und Technologie tätigen Arbeitskräfte, 2017



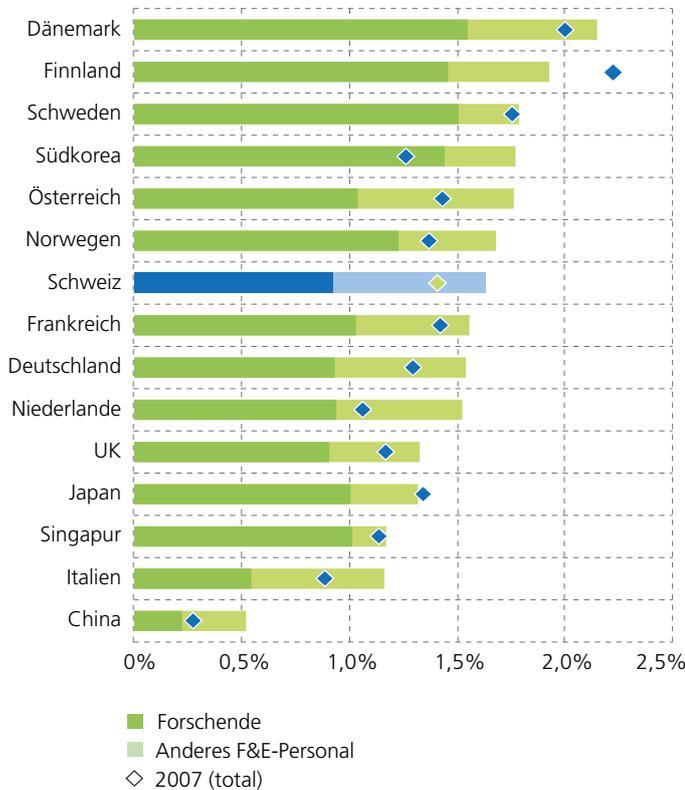
Erwerbsbevölkerung im Alter von 15 bis 74 Jahren
 Ø EU-15: 34%
 Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Singapur, Südkorea, USA
 Quelle: Eurostat

Abbildung B 3.3: Forschende nach Sektor, 2017



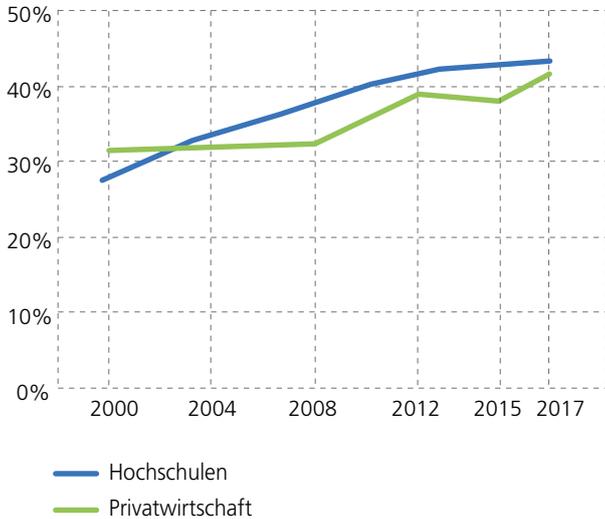
Keine Daten verfügbar: Israel, USA
 Ausnahme zum Referenzjahr 2017: Singapur (2014)
 Quelle: BFS, OECD

Abbildung B 3.2: Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung, 2017



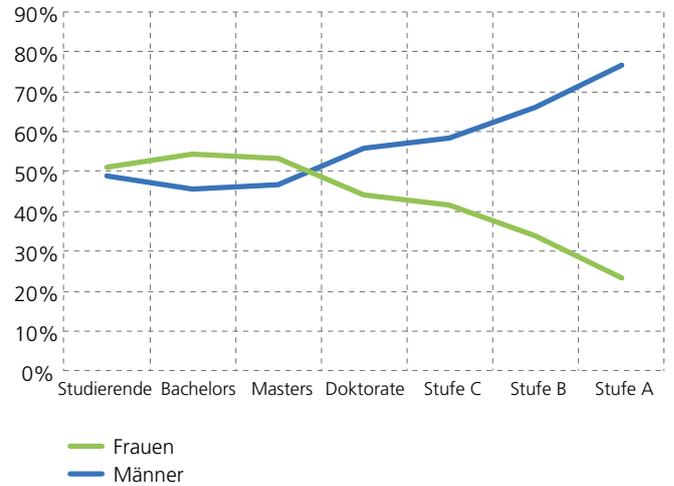
Ausnahmen zum Referenzjahr 2017: Österreich (2016), Singapur (2014)
 Keine Daten verfügbar: Israel, USA
 Quelle: OECD

Abbildung B 3.4: Entwicklung des Ausländeranteils am F&E-Personal in der Schweiz, 2000–2017



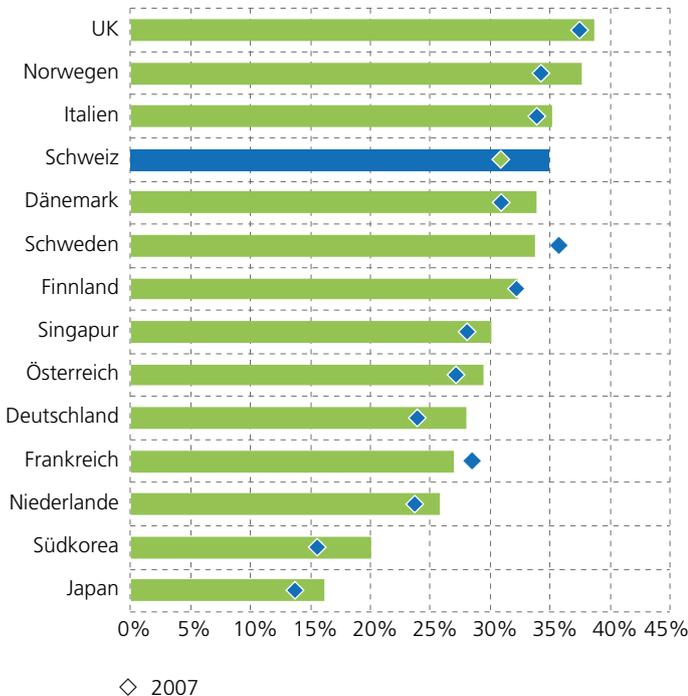
Quelle: BFS

Abbildung B 3.6: Frauenanteil in akademischen Karrieren in der Schweiz, 2016



Stufe A: Professorenschaft oder leitende Forschende
 Stufe B: oberer akademischer Mittelbau oder andere Lehrkräfte
 Stufe C: unterer akademischer Mittelbau oder wissenschaftliche Mitarbeitende
 Quelle: BFS

Abbildung B 3.5: Frauenanteil an der Gesamtzahl der Forschenden, 2015–2016



Keine Daten verfügbar: China, Israel, USA
 Ausnahme zum Referenzjahr 2007: Schweiz (2008)
 Ausnahmen zu den Referenzjahren 2015–2016: Japan (2017), Schweiz (2017), Südkorea (2017)
 Quelle: OECD

Abbildung B 3.7: Anteil der Forscherinnen, Stufe A an der Gesamtzahl des akademischen Forschungspersonals, nach Forschungsbereich, Schweiz und Europa, 2016



Quelle: BFS

4 Finanzierung und Aufwendungen im Bereich Forschung und Entwicklung

Die Indikatoren der F&E-Finanzierung zeigen auf, woher die Mittel stammen, mit denen F&E-Aktivitäten in der Schweiz unterstützt werden.¹ Aus den Indikatoren zu den F&E-Aufwendungen wird ersichtlich, welche Akteure die F&E-Aktivitäten ausführen. In ihrer Gesamtheit geben die Indikatoren Aufschluss über das Forschungsengagement der Länder.

4.1 F&E-Finanzierung

Die Finanzierung der F&E-Aufwendungen, die in der Schweiz verwendet werden (Intramuros), wird nach Sektor aufgeschlüsselt. Dadurch wird ersichtlich, aus welchem Sektor die Mittel zur Ausführung der F&E-Aktivitäten stammen.

Finanzierung der F&E durch den Privatsektor

Ausser in Norwegen und Israel ist der Privatsektor in allen Referenzländern die Hauptfinanzierungsquelle der F&E. In der Schweiz betrug 2017 der Anteil des Privatsektors an den gesamten F&E-Bruttoinlandaufwendungen 67 %, was 15,1 Mrd. CHF entspricht (Abbildung B 4.1). In Japan, China und Südkorea liegt dieser Anteil gar über 75 %.

Finanzierung der F&E durch den Staat

Der Anteil der öffentlichen Hand an der Intramuros-F&E-Finanzierung liegt in den meisten Vergleichsländern unter 50 %. Der Staat ist dennoch in der Regel der zweitgrösste Geldgeber, weit vor anderen in- und ausländischen Finanzierungsquellen (ausser in Israel, wo 50 % der Finanzierung aus dem Ausland kommen und in Norwegen, wo der Anteil des Staates 45,6 % beträgt). In der Schweiz finanzierte der Staat (Kantone und Bund) 2017 insgesamt 26 % der Bruttoinlandaufwendungen für Forschung und Innovation.

Um die staatliche Beteiligung an der Finanzierung der F&E-Aktivitäten zu beurteilen, kann die Finanzierung der Bruttoinlandaufwendungen auch in Prozent des BIP ausgedrückt werden. 2017 war dieser Anteil in Südkorea, Schweden und Österreich relativ hoch. Auch die Schweiz gehörte mit 0,87 % zu den Ländern, deren öffentliche F&E-Finanzierung mehr als 0,8 % des BIP ausmachte (Abbildung B 4.2). Bemerkenswert ist, dass unter den Referenzländern der Prozentsatz der Schweiz in den letzten zehn Jahren am stärksten angestiegen ist (um 0,25 Prozentpunkt). Dagegen mussten beispielsweise die USA eine Abnahme um 0,21 Prozentpunkt verbuchen.

4.2 F&E-Aufwendungen

F&E-Intensität

Als Mass dafür, welches relative Gewicht ein Land den Investitionen in die Schaffung von Wissen beimisst, wird häufig die Intensität herangezogen: das Verhältnis der Intramuros-F&E-Aufwendungen zum BIP.

Die F&E-Intensität beträgt in der Schweiz 3,4 % (Abbildung B 4.3) und liegt damit deutlich über dem OECD-Durchschnitt (2,4 %). Nur in Südkorea (4,6 %) und Israel (4,5 %) ist die Intensität höher. Die Plätze hinter der Schweiz belegen Schweden (3,3 %) sowie Japan und Österreich (beide 3,2 %). Italien liegt mit 1,4 % zuhinterst.

Was die Zuwachsrate seit 2008 betrifft, so hat die F&E-Intensität in der Schweiz und in China um 0,7 Prozentpunkte zugenommen. In Österreich und Norwegen betrug die Zunahme 0,6 Punkte. Mit 1,4 Punkten in zehn Jahren verzeichnet Südkorea die grösste Zuwachsrate (Abbildung B 4.4).

F&E-Aufwendungen nach Sektor

Betrachtet man die Ausführung von Forschung und Entwicklung, so waren 2017 in der Schweiz die Privatunternehmen mit 15,6 Mrd. CHF respektive 69 % sämtlicher F&E-Aufwendungen die Hauptakteure. In Israel übersteigt deren Anteil 85 %, und in Südkorea und Japan liegt er bei rund 80 % (Abbildung B 4.5). Die kantonalen Universitäten und Fachhochschulen sowie die vom Bund finanzierten Eidgenössischen Technischen Hochschulen spielen in der Ausführung von F&E ebenfalls eine wesentliche Rolle. Ihr Anteil an den gesamten F&E-Aufwendungen beträgt in der Schweiz 28 %. In Ländern wie Dänemark, den Niederlanden und Norwegen sind die Werte jedoch noch rund 5 Prozentpunkte höher als in der Schweiz. Zu den Ländern, in denen die Ausführung der F&E-Aktivitäten durch den Staat einen bedeutenden Anteil an den gesamten F&E-Aufwendungen darstellt, gehören China (15 %), Norwegen (14 %) und Deutschland (13 %). In der Schweiz beträgt der staatliche Anteil an den F&E-Bruttoinlandaufwendungen 0,8 %.

In allen untersuchten Ländern ist der Anteil der Privatunternehmen an der Ausführung der nationalen F&E grösser als deren Anteil an der Finanzierung (um 1 bis 15 Prozentpunkte, ausser in Israel, das die Hälfte der F&E-Aufwendungen aus dem Ausland bezieht). Je grösser diese Differenz ist, umso mehr Gewicht haben die Unterstützung des Staates und / oder die ausländischen Investitionen in der Finanzierung der F&E der Unternehmen. In der Schweiz ist die Differenz mit 2 Prozentpunkten relativ klein (69 % aller Intramuros-F&E-Aufwendungen gegenüber 67 % der Gesamtfinanzierung der Intramuros-F&E).

¹ In diesem Kapitel wird die in Abbildung A 4.1 (Teil A) dargestellte Struktur der Finanzierung und der Aufwendungen der F&E in den Vergleichsländern genauer ausgeführt.

Entwicklung der F&E-Aufwendungen in der Schweiz

2017 erreichten die F&E-Aufwendungen in der Schweiz den Rekordwert von 22,5 Mrd. CHF (3,4 % des BIP) (Abbildung B 4.6). Die F&E-Aufwendungen der Unternehmen sind dabei zwar erstmals seit 20 Jahren leicht gesunken. Dafür verzeichneten die Hochschulen ein leichtes Wachstum ihrer Aufwendungen um 5,6 % (332 Mio. CHF).

Der leichte Rückgang im Privatsektor zwischen 2015 und 2017 ist insbesondere den Grossunternehmen (100 und mehr Beschäftigte zuzuschreiben),² deren F&E-Aufwendungen von 13,5 auf 13,1 Mrd. CHF sanken (Abbildung B 4.7). Die Abnahme lässt sich zum Teil damit erklären, dass die Unternehmen bei der Lancierung neuer F&E-Grossprojekte zurückhaltend waren: Trotz günstiger Konjunkturlage war die wirtschaftliche Entwicklung angesichts der internationalen währungs- und geopolitischen Ereignisse der letzten Jahre (Aufhebung der Wechselkursuntergrenze, Brexit, Terrorismus usw.) für die Unternehmen schwer vorhersehbar (BFS, 2019d).

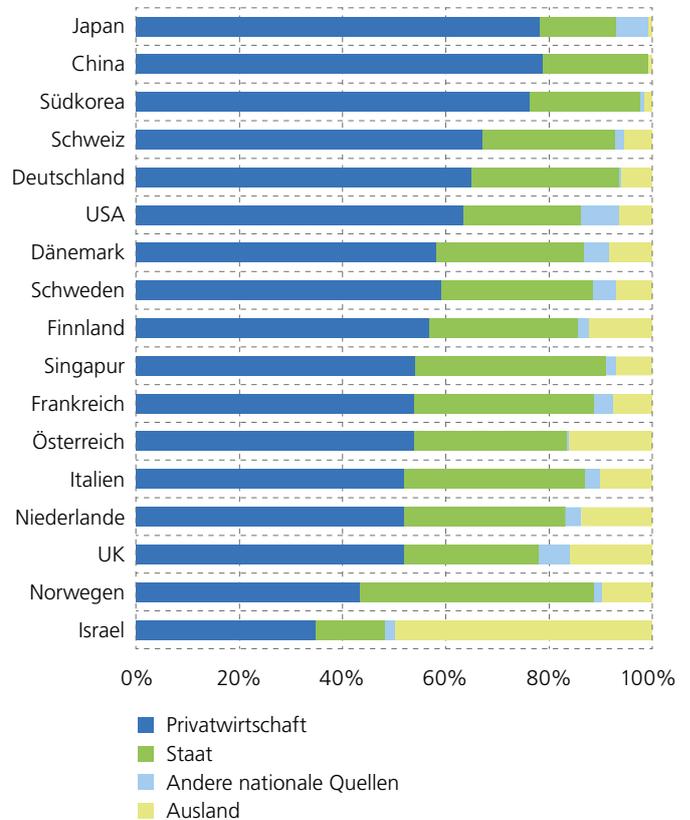
In Bezug auf die Branchen haben vor allem die Unternehmen mit 100 und mehr Beschäftigten in den Branchen «Hochtechnologieinstrumente» und «Forschung und Entwicklung» ihre F&E-Aufwendungen zwischen 2015 und 2017 verringert (Abbildung B 4.8).

Verdreifachung der privaten F&E-Aufwendungen in der Biotechnologie innerhalb von neun Jahren

Die Erhebung des BFS 2017 zu den F&E-Aufwendungen des Privatsektors zeigt eine bedeutende und anhaltende Zunahme der Intramuros-F&E-Aufwendungen des Privatsektors im Bereich der Biotechnologie. Die aufgewendeten Beträge haben sich zwischen 2008 und 2017 verdreifacht, von 1,5 Mrd. CHF auf 4,7 Mrd. CHF. 2017 entfielen 30 % der gesamten F&E-Aufwendungen der Privatunternehmen auf die Forschung in der Biotechnologie.

Diese Erhöhung ist hauptsächlich mit dem Aufschwung der Pharma-Branche in diesem Bereich zu erklären, die mit 3 Mrd. CHF für zwei Drittel der F&E-Aufwendungen in der Biotechnologie verantwortlich ist. Auch in der IKT-Dienstleistungsbranche sind die F&E-Aufwendungen für die Biotechnologie gestiegen. 2017 lagen die eingesetzten Mittel über einer halben Mrd. CHF. Diese Entwicklung widerspiegelt die Bedeutung der Digitalisierung in der Biotechnologie (Nutzung der künstlichen Intelligenz, kontinuierliche Fortschritte im Bereich der DNA-Sequenzierung usw.) (BFS, 2019d).

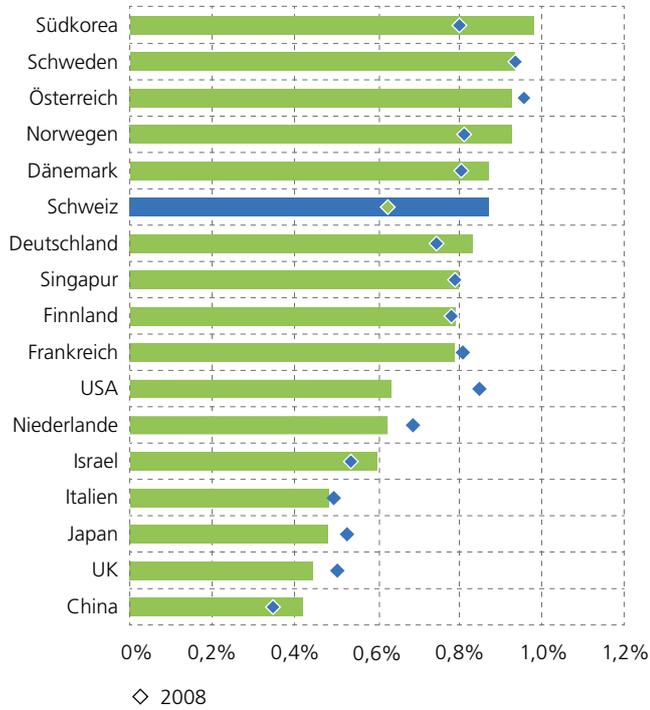
Abbildung B 4.1: F&E-Finanzierung nach Sektor, 2016–2017



Ausnahmen zum Referenzjahren 2016–2017: Frankreich (2015), Schweden (2015), Singapur (2014)
Quelle: OECD

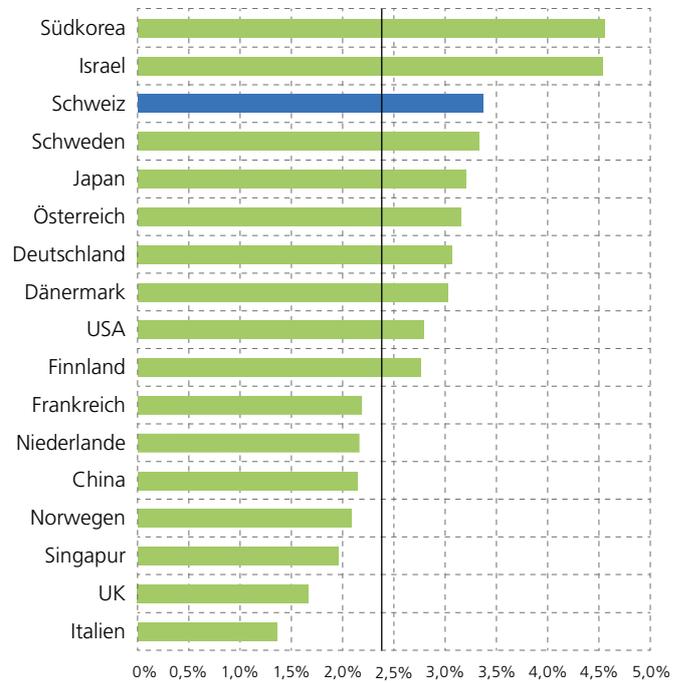
² In den internationalen Statistiken ist ein Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten als grosses Unternehmen definiert. Die Grundgesamtheit der Unternehmen mit F&E-Aktivitäten ist in der Schweiz relativ klein. Um verschiedene Aufschlüsselungen der Resultate veröffentlichen zu können, ohne die Qualität und die Vertraulichkeit der Daten (Mindestanzahl Unternehmen pro Kategorie) zu beeinträchtigen, muss das BFS den Grenzwert für ein «Grossunternehmen» auf 100 Beschäftigte senken.

Abbildung B 4.2: Staatliche Finanzierung der intramuralen F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP, 2016–2017



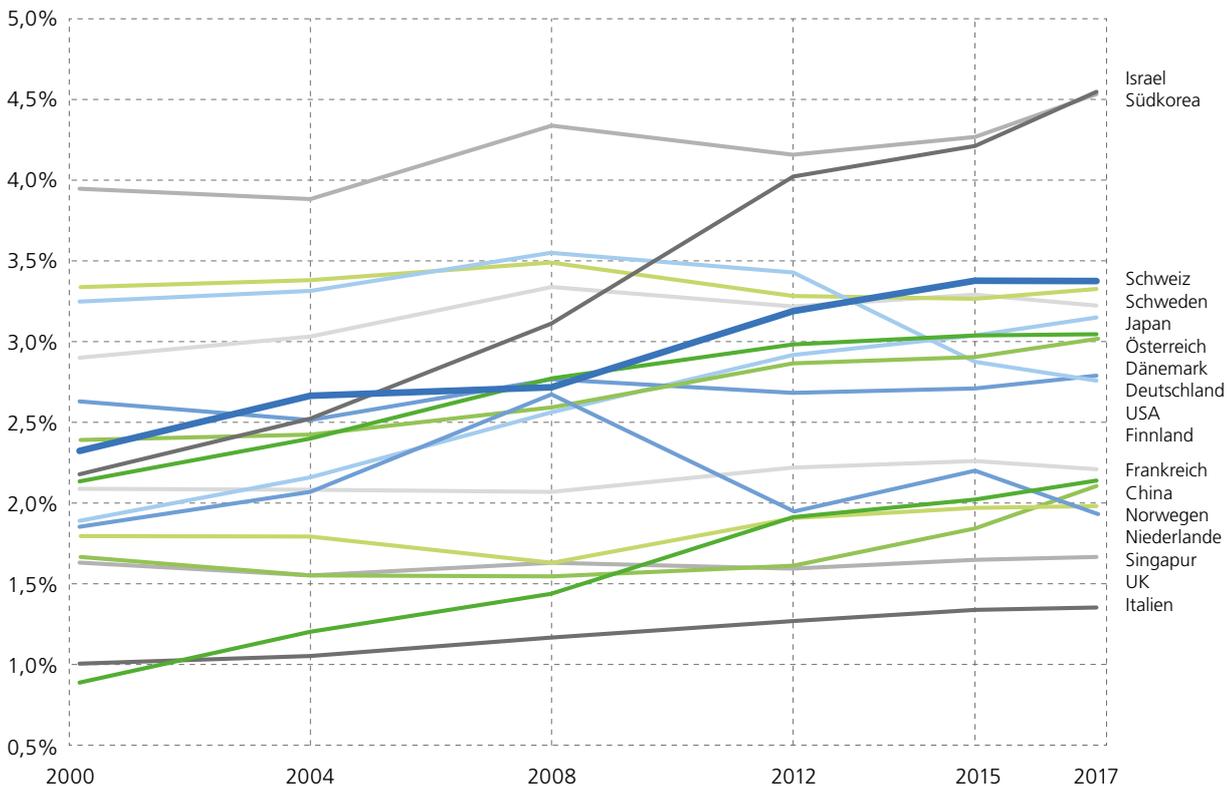
Ausnahmen zum Referenzjahren 2016–2017: Frankreich (2015), Schweden (2013), Singapur (2014)
Quelle: OECD

Abbildung B 4.3: F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP, 2017



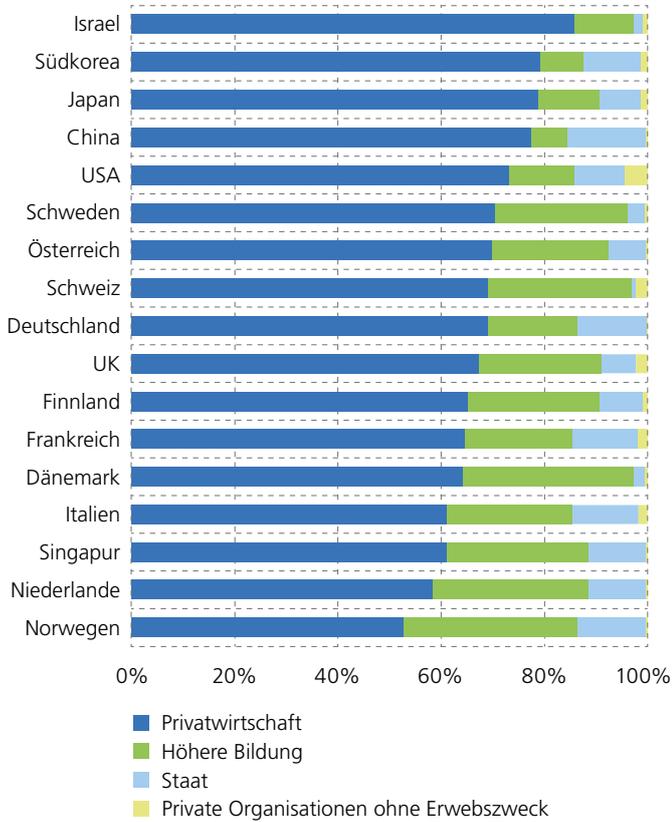
Ø OECD: 2,4%
Ausnahmen zum Referenzjahr 2017: EU-Mitgliedsstaaten (2018)
Quelle: OECD

Abbildung B 4.4 : Entwicklung der F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP, 2000–2017



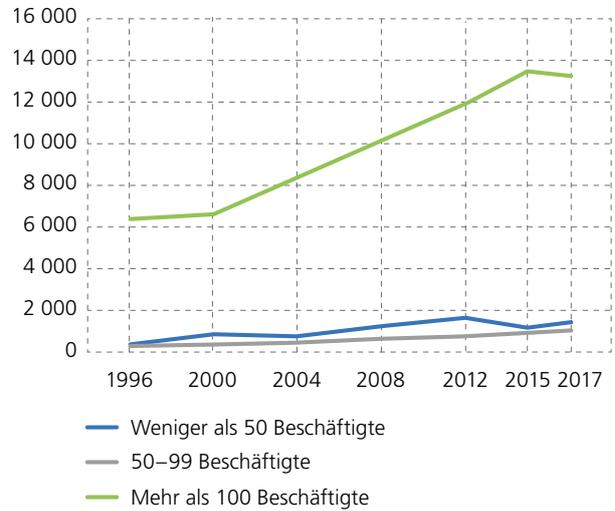
Quelle: OECD

Abbildung B 4.5: F&E-Aufwendungen nach durchführendem Sektor, 2017



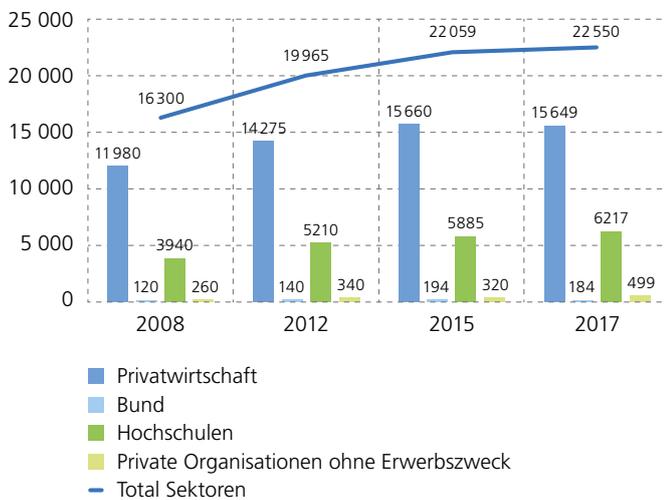
Ausnahme zum Referenzjahr 2017: Singapur (2014)
Quelle: OECD

Abbildung B 4.7: F&E-Aufwendungen der Schweizer Unternehmen nach Unternehmensgrösse, in Mio. CHF zu laufenden Preisen, 1996–2017



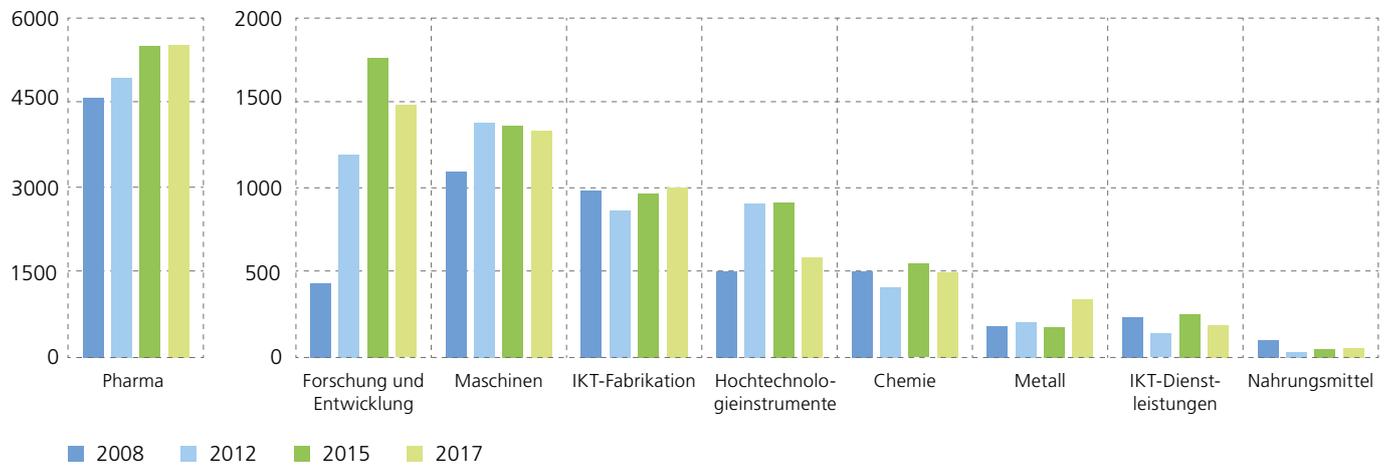
Laufende Preise sind nicht teuerungsbereinigt.
Quelle: BFS

Abbildung B 4.6: Intramuros-F&E-Aufwendungen in der Schweiz nach Sektor, in Mio. CHF zu laufenden Preisen, 2008–2017



Quelle: BFS

Abbildung B 4.8: Entwicklung der intramuralen F&E-Aufwendungen der Unternehmen mit 100 Beschäftigten und mehr nach Branchen, in Mio. CHF zu laufenden Preisen, 2008–2017



Laufende Preise sind nicht teuerungsbereinigt.
 IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien
 Quelle: BFS

5 Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der EU

Die Beteiligung an internationalen Forschungsorganisationen und -programmen gibt Institutionen und Unternehmen sowie Forschenden die Möglichkeit, mit Partnern aus dem Ausland zusammenzuarbeiten, Wissen auszutauschen und Infrastrukturen gemeinsam zu nutzen.

Dieses Kapitel legt den Fokus auf die jeweils mehrjährigen Rahmenprogramme für Forschung und Innovation der Europäischen Union (Forschungsrahmenprogramme, FRP). Nach der Förderung durch den Schweizerischen Nationalfonds sind die FRP in der Schweiz die zweitwichtigste Quelle öffentlich bereitgestellter Mittel für Forschung und Innovation.

5.1 Schweizer Beteiligungen an FRP¹

Die in den 1980er-Jahren lancierten FRP sind die wichtigsten Instrumente der EU, um die Gemeinschaftspolitik in den Bereichen Wissenschaft und Technologie umzusetzen. Die Schweiz beteiligt sich an den FRP seit 1987 in unterschiedlicher Form.

Entwicklung der Schweizer Beteiligungen

Die Zunahme der Anzahl neuer Schweizer Beteiligungen an europäischen Forschungsprojekten erfolgte parallel zur stetigen Erhöhung der FRP-Budgets von 1992 bis 2013. Das 3. FRP (1990–1994) umfasste 501 Schweizer Beteiligungen, im aktuell laufenden 8. FRP (Horizon 2020, 2014–2020) sind bis zum Erhebungszeitpunkt 3068 Schweizer Beteiligungen zu verzeichnen (Abbildung B 5.1).²

Die politischen Ereignisse Anfang 2014 wirkten sich auf die Anzahl der Beteiligungen der Schweiz am 8. FRP aus: Aufgrund der Annahme der Volksinitiative «Gegen Masseneinwanderung» in der Schweiz und der damit verbundenen Nichtunterzeichnung des Protokolls zur Ausdehnung der Personenfreizügigkeit auf Kroatien konnte sich die Schweiz erst ab dem 15. September 2014 und vorerst nur teilweise an Horizon 2020 beteiligen (sog. Teilassoziierung). Nach einem Rückgang der Beteiligungen bis 2015 erholen sich seit 2016 die Indikatorenwerte der Schweizer Beteiligung wieder, ohne die Werte des 7. FRP zu erreichen.³

Seit 2017 ist die Schweiz voll assoziiert an Horizon 2020. In der Schweiz tätige Forschende sind damit zum Erhalt von finanziellen Beiträgen der EU berechtigt. Jedoch ist damit zu rechnen, dass sich die Verzögerungen zu Beginn des Programms negativ auf die Gesamtzahl der Schweizer Beteiligungen auswirken werden.

Entwicklung der für die Schweizer Forschung ausgerichteten Beiträge

Die an Forschende in der Schweiz ausgerichteten Beiträge entwickelten sich parallel zur stetigen Erhöhung der FRP-Budgets. Von 1992 bis 2013 haben diese Beiträge um etwa den Faktor neun zugenommen: von durchschnittlich rund 40 Mio. CHF pro Jahr im 3. FRP auf etwas mehr als 350 Mio. CHF im 7. FRP (Abbildung B 5.2). Seit 1992 wurden insgesamt 6,2 Mrd. CHF an Projekte von Forschenden in der Schweiz ausgerichtet, davon 2,3 Mrd. CHF allein im Rahmen des 7. FRP. Nach einem Rückgang in den Jahren 2014 und 2015 erreichten in den Jahren 2016 und 2017 die Beiträge an Forschende in der Schweiz wieder das Niveau des 7. FRP.

2016 wurden die Fördermittel auf einem ähnlichen Niveau wie im 7. FRP fortgesetzt. Erst ab 2019 nahmen die den Schweizer Institutionen zugewiesenen Beiträge im Vergleich zu den Werten des 7. FRP wieder etwas zu. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass das Total der im Rahmen des 8. FRP den Schweizer Institutionen zugewiesenen Mittel den Gesamtbetrag des 7. FRP erreichen wird, obwohl das Gesamtbudget des 8. FRP im Vergleich zum 7. FRP um 63 % gestiegen ist (von 50,5 Mrd. EUR auf 82,3 Mrd. EUR).

Die Bedeutung der FRP für KMU

Die im Rahmen der FRP ausgerichteten Beiträge lassen sich nach Institutionen aufschlüsseln. Seit dem 3. FRP haben in der Schweiz der ETH-Bereich 2340 Mio. CHF erhalten, die kantonalen Universitäten 1720 Mio. CHF, KMU 820 Mio. CHF, Unternehmen 638 Mio. CHF, Nonprofit-Organisationen 419 Mio. CHF, Fachhochschulen 186 Mio. CHF, der Bund 69 Mio. CHF sowie Kantone und Gemeinden 33 Mio. CHF (Abbildung B 5.3).⁴

Die FRP sind die wichtigste öffentliche Quelle zur Finanzierung der Forschung und Innovation von Schweizer Unternehmen und insbesondere von KMU.

¹ Für weitere Informationen siehe: Beteiligung der Schweiz an den Europäischen Forschungsrahmenprogrammen, SBFI, 2018a.

² Die Daten des 8. FRP werden möglicherweise noch angepasst (Erhebungsdatum: 5. Juni 2019).

³ Es ist zu beachten, dass die Zahl der Projektbeteiligungen im ersten Jahr eines FRP immer viel geringer ist als in den Folgejahren. Dies ist auf die Zeitspanne zwischen der Veröffentlichung der ersten Aufrufe zur Einreichung von Vorschlägen für ein Rahmenprogramm und der Bewilligung oder der tatsächlichen Lancierung der ersten Projekte zurückzuführen.

⁴ Bund inklusive alle Ämter und Organisationen, die direkt dem Bund unterstellt sind (z.B. die Suva oder Agroscope). Bei den Gemeinden sind ihre Einheiten und die direkt unterstellten Organe gemeint, die an Forschungsprojekten teilnehmen oder diese koordinieren (z.B. kantonale Labors, «Industrielle Werke Basel»).

5.2 Horizon 2020

Die Beteiligung am 8. FRP erfolgt hauptsächlich über drei Schwerpunkte:

- Der erste Schwerpunkt «Wissenschaftsexzellenz» (Gesamtbudget: 24,4 Mia. Euro, d.h. 30 % des Budgets von Horizon 2020) dient der Stärkung der Grundlagenforschung über zwei Hauptinstrumente: die Stipendien des Europäischen Forschungsrats (siehe Punkt 5.3) und die Marie Skłodowska-Curie-Massnahmen zur Förderung der Mobilität von Forschenden. In diesem Schwerpunkt ist die Schweiz mit 1351 Beteiligungen vertreten.
- Der zweite Schwerpunkt «Führende Rolle der Industrie» (Gesamtbudget: 17 Mia. Euro, d.h. 20,9 % des Budgets von Horizon 2020) fokussiert auf finanzielle Unterstützung für Investitionen in die Forschung und Entwicklung in zentralen Industriebereichen (IKT, Nanotechnologie, innovative Werkstoffe, Biotechnologie usw.) und bietet innovativen Unternehmen, insbesondere KMU, Zugang zu (Risiko-)Finanzierungen. Bei diesem Schwerpunkt hat die Schweiz 684 Beteiligungen.
- Der dritte Schwerpunkt «Gesellschaftliche Herausforderungen» (Gesamtbudget: 29,7 Mia. Euro, d.h. 36,4 % des Budgets von Horizon 2020) dient zur Unterstützung der Forschung zu den politischen Prioritäten der Strategie Europa 2020. Diese Massnahmen sind auf aktuelle gesellschaftliche Problemfelder ausgerichtet (z.B. Gesundheit, Energie, Umwelt usw.), deren Lösung eine interdisziplinäre Kooperation und insbesondere den Einbezug der Geistes- und Sozialwissenschaften erfordert (siehe Teil C, Studie 2). In diesem Schwerpunkt ist die Schweiz mit 953 Beteiligungen vertreten.

Schweizer Beteiligungen an Horizon 2020

Im Rahmen des 8. FRP entsprechen die 3068 Schweizer Beteiligungen 2,7 % aller Beteiligungen (Abbildung B 5.4). Mit diesem Anteil liegt die Schweiz auf dem achten Rang der Vergleichsländer, hinter den grossen europäischen Staaten. Die Schweiz übertrifft damit die beiden anderen assoziierten Länder (Norwegen mit 1986 Beteiligungen und Israel mit 1409 Beteiligungen) bei weitem. Hinsichtlich dieses Indikators ist sie somit von den Nichtmitgliedstaaten der EU der bedeutendste Forschungspartner.

Beiträge an die Schweizer Forschung im Rahmen von Horizon 2020

Im Rahmen von Horizon 2020 erhielten Schweizer F&I-Institutionen bislang 1991 Mio. CHF, d.h. 4 % der insgesamt ausgerichteten Beiträge (Abbildung B 5.5).⁵ Die grossen europäischen Länder haben auch bei diesem Indikator eine dominierende Stellung. Doch die Schweiz liegt vor vier EU-Staaten und den beiden anderen assoziierten Ländern. Damit unterstreicht sie ihre Position als starker Partner der europäischen Forschung.

⁵ Als assoziierter Staat zahlt die Schweiz einen Beitrag an das Budget eines Rahmenprogramms. Dieser wird anhand des Bruttoinlandsprodukts (BIP) berechnet im Verhältnis zur Summe der BIP aller Mitgliedstaaten. Von den erwähnten 1991 Mio. CHF stammen somit 74 % von der EU und 26 % direkt vom Bund.

5.3 Qualität der Forschung in der Schweiz

Bezogen auf das Verhältnis zwischen den ausgerichteten Beiträgen und der Zahl der Beteiligungen beträgt der durchschnittliche Beitrag für eine Schweizer Beteiligung 648 820 CHF (Abbildung B 5.6). An erster Stelle steht diesbezüglich Israel mit durchschnittlich 682 950 CHF. Hinter der Schweiz liegen Deutschland (558 780 CHF) und Norwegen (530 660 CHF). Von den Vergleichsländern liegen nur Italien und Österreich unter dem Durchschnitt der 44 Mitgliedstaaten und der assoziierten Länder.

Erfolgsquote der Projektvorschläge

Die Qualität der Beteiligungen lässt sich auch an der Erfolgsquote der Projektvorschläge messen (Verhältnis zwischen der Zahl der geförderten Projekte zur Zahl der eingereichten Projektvorschläge). In der Schweiz liegt diese Quote bei 17,5 % und damit um 2,5 Prozentpunkte über dem Durchschnitt aller Mitgliedstaaten und assoziierten Länder. Somit nimmt die Europäische Kommission etwa zwei von zehn Projektvorschlägen von Schweizer Institutionen an. Zusammen mit Österreich weist die Schweiz damit die höchste Erfolgsquote der Vergleichsländer auf (Abbildung B 5.7).

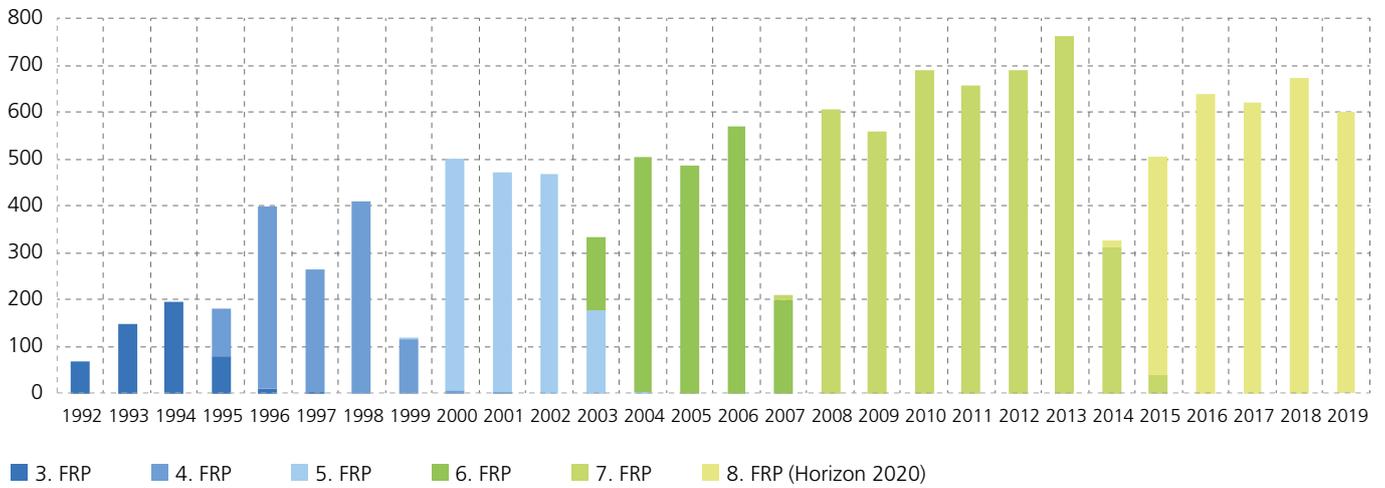
ERC-Grants

Der Europäische Forschungsrat (ERC) fördert vielversprechende Forschungsprojekte einzelner Wissenschaftler aller Disziplinen mit hochdotierten Stipendien. Im Rahmen von Wettbewerbsverfahren werden drei Hauptarten von Stipendien vergeben: a) Starting Grants (für junge Forschende am Anfang ihrer Karriere mit einer Forschungserfahrung von zwei bis sieben Jahren nach dem Doktorat), b) Consolidator Grants (für hervorragende Forschende mit einer Forschungserfahrung von sieben bis zwölf Jahren nach dem Doktorat) und c) Advanced Grants (für erfahrene Forschende, die in der Wissenschaftslandschaft etabliert sind).

In der Schweiz ist diese unabhängige Forschung von sehr hoher Qualität. So erhielten die in der Schweiz tätigen Forschenden im 8. FRP bislang 103 Starting Grants (5,4 % aller im Betrachtungszeitraum vergebenen Starting Grants), 94 Consolidator Grants (5,8 %) und 110 Advanced Grants (9,3 %) (Abbildung B 5.8). Diese Werte wurden nur von verhältnismässig grossen Ländern übertroffen.⁶

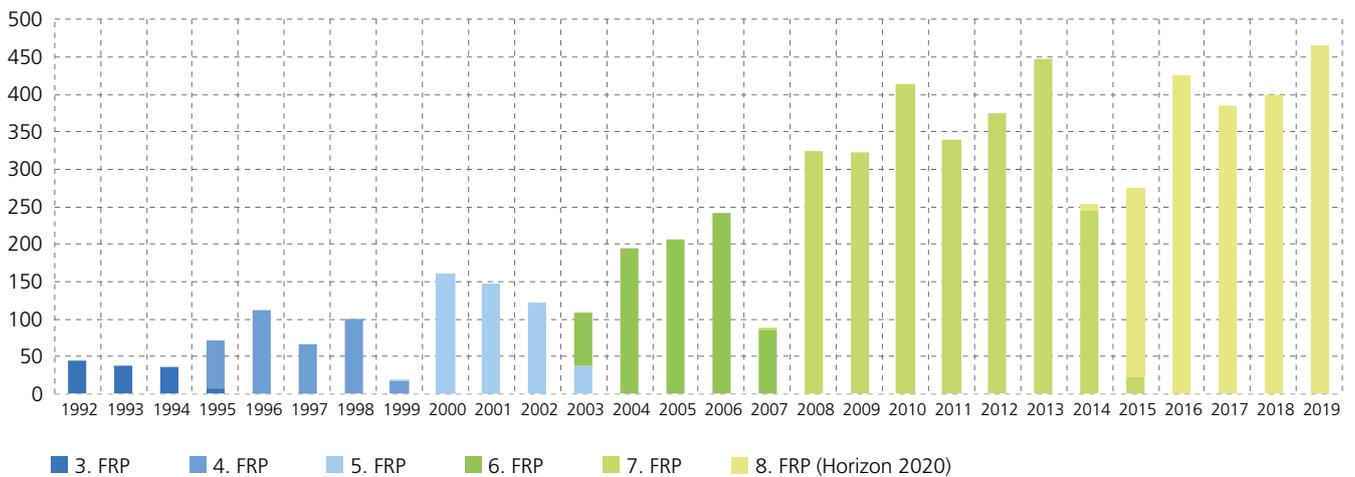
⁶ Unter Berücksichtigung der Bevölkerungszahl und aller Arten von ERC-Grants erhalten die Forschenden in der Schweiz 8,16 Stipendien pro Million Einwohner (2017). Damit liegt die Schweiz weit vor dem Vereinigten Königreich (3 Stipendien pro Million Einwohner), Deutschland und Frankreich (1,9 bzw. 1,8 Stipendien pro Million Einwohner).

Abbildung B 5.1: Anzahl neue Schweizer Beteiligungen an den FRP, 1992–2019



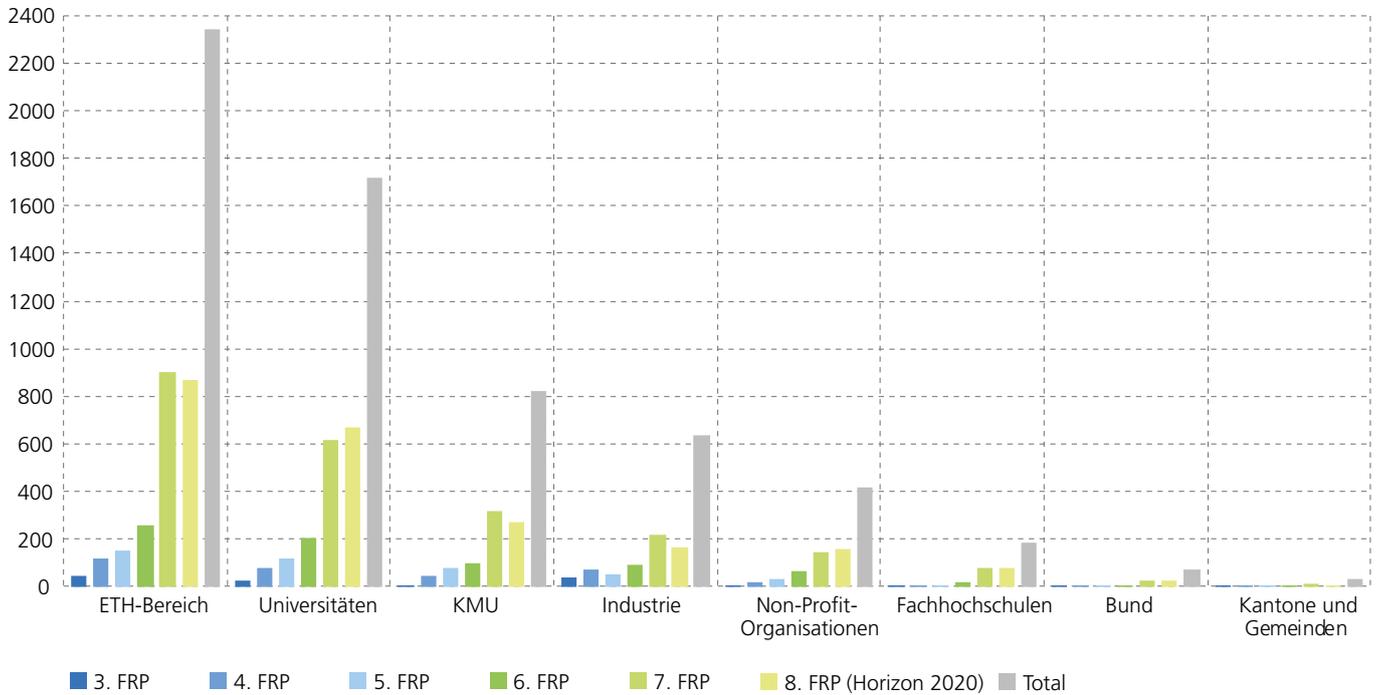
Quelle: Europäische Kommission, SBFI

Abbildung B 5.2: Verpflichtete Fördermittel für im Rahmen der FRP aktive Schweizer Institutionen in Mio. CHF, 1992–2019



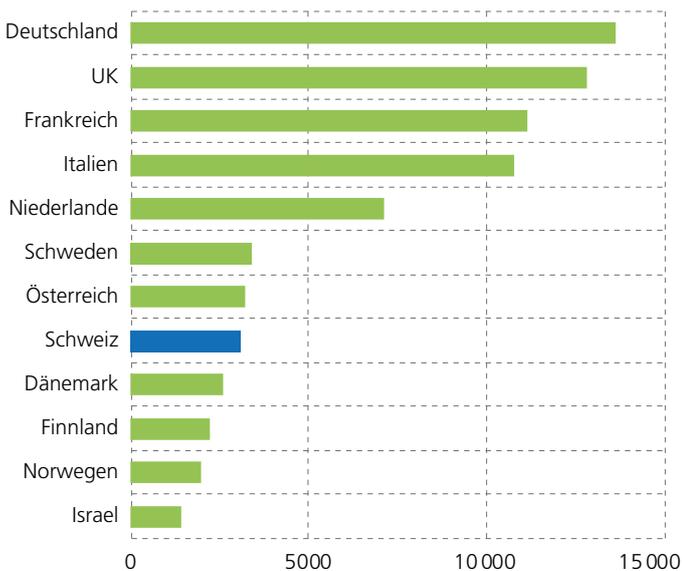
Quelle: Europäische Kommission, SBFI

Abbildung B 5.3: Gesamte FRP-Beiträge nach Institutionen in Mio. CHF, seit 1992



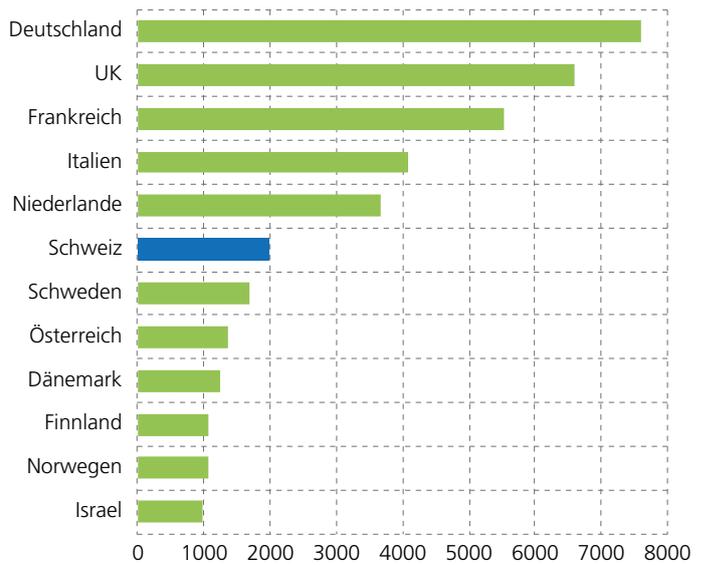
ETH-Bereich: ETHZ, EPFL, PSI, WSL, Empa, Eawag
 Quelle: Europäische Kommission, SBF

Abbildung B 5.4: Anzahl Beteiligungen an Horizon 2020, 2014–2019



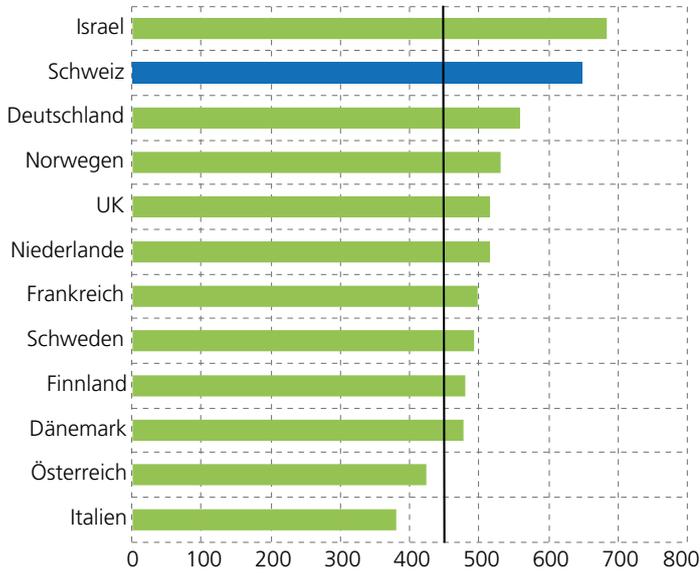
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die FRP assoziierte Staaten sind.
 Stichtag: 5. Juni 2019
 Quelle: Europäische Kommission, SBF

Abbildung B 5.5: Verpflichtete Fördermittel im Rahmen von Horizon 2020 in Mio. CHF, 2014–2019



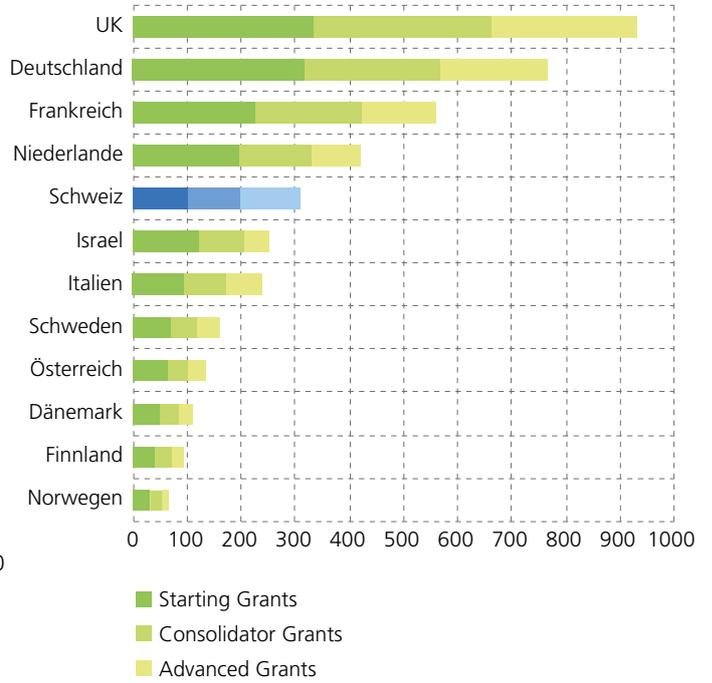
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die FRP assoziierte Staaten sind.
 Stichtag: 5. Juni 2019
 Quelle: Europäische Kommission, SBF

Abbildung B 5.6: Durchschnittliche Subvention pro Beteiligung unter Horizon 2020 in Tsd. CHF, 2014–2019



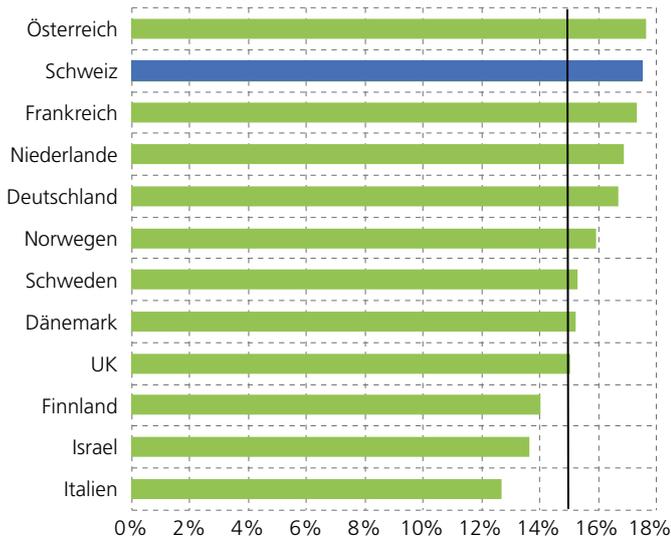
Ø der 44 Mitglieds- und assoziierten Länder = 449 042 CHF
Quelle: Europäische Kommission, SBF

Abbildung B 5.8: Anzahl ERC-Grants, 2014–2018



In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die FRP assoziierte Staaten sind.
Quelle: ERC, SBF

Abbildung B 5.7: Erfolgsquote der im Rahmen von Horizon 2020 eingereichten Projektvorschläge, 2014–2019



Ø der 44 Mitglieds- und assoziierten Länder: 15%
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die FRP assoziierte Staaten sind.
Quelle: Europäische Kommission, SBF

6 Wissenschaftliche Publikationen

Die Veröffentlichung von Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften ist für Forschende das wichtigste Mittel, um wissenschaftliche Erkenntnisse zu verbreiten. Wissenschaftliche Publikationen enthalten in der Regel die bedeutendsten Resultate der wissenschaftlichen Forschung, da sie einem strengen Auswahlverfahren unterzogen werden, bevor eine Zeitschrift sie zur Veröffentlichung entgegennimmt. Sie widerspiegeln demzufolge die Beiträge zum Wissenszuwachs und sind in vielen Fällen die Grundlage bedeutender Innovationen. Durch Analyse von Produktion, Wirkung und Zusammenarbeit kann der Platz der Schweiz hinsichtlich Wissensgenerierung evaluiert werden.

6.1 Umfang der Publikationen

Um die wissenschaftliche Leistung eines Landes zu beurteilen, wird in einem ersten Schritt der Umfang der im betreffenden Land verfassten Publikationen mit dem gesamten Output an wissenschaftlichen Publikationen weltweit verglichen. Eine Analyse pro Forschungsbereich zeigt die Stärken und Schwächen eines Landes in den verschiedenen Wissenschaftsfeldern auf.

Im Zeitraum 2014 bis 2018 beträgt der Anteil schweizerischer Publikationen an sämtlichen Publikationen weltweit 1,1 % (Abbildung B 6.1). Schweden und die Niederlande wiesen Anteile in der gleichen Grössenordnung auf. Unangefochten an der Spitze der Rangliste lagen die USA (20,9 %), gefolgt von China (13,3 %), dessen Anteil im Betrachtungszeitraum stark angestiegen ist. Zwischen den Perioden 2008 bis 2012 und 2014 bis 2018 verzeichnete die Schweiz eine signifikante Wachstumsrate (7,7 %). Nur China, Dänemark und Singapur wiesen noch höhere Zuwachsraten auf.

Bei den Publikationen pro Einwohner liegt die Schweiz mit 7056 Publikationen pro Mio. Einwohner auf dem ersten Rang der Vergleichsländer. Dieser Indikator weist auf eine überdurchschnittliche Forschungsproduktivität der Schweizer Wissenschaft hin.

In der Schweiz sind die Forschungsbereiche «klinische Medizin» (25 %), «Biowissenschaften (Life Sciences)» (24 %) und «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» (23 %) in den Publikationen am stärksten vertreten (Abbildung B 6.2).

Nimmt man das Portfolio der USA als Massstab, zeigt sich, dass das Portfolio der Schweizer Publikationen nur wenig davon abweicht. Die Schweiz ist im Bereich «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» spezialisierter, jedoch im Bereich «Sozial- und Verhaltenswissenschaften» schwächer.

6.2 Impact der Publikationen

Zu berücksichtigen ist nicht nur die Zahl der veröffentlichten Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften, sondern auch die Qualität oder Wirkung der Publikationen. Indikator dafür ist die Häufigkeit, mit der eine Publikation in anderen Publikationen zitiert wird (Einflussfaktor oder Impact Factor).

Mit dem dritten Rang hinter den Niederlanden und Grossbritannien verzeichnete die Schweiz im Betrachtungszeitraum auch in Bezug auf diesen Indikator eine sehr gute Klassierung (Abbildung B 6.3). Publikationen von Forschenden aus Japan, Südkorea und China haben einen geringeren Impact als der globale Durchschnitt.

Betreffend die Forschungsbereiche weisen die drei Bereiche «Technische und Ingenieurwissenschaften, Informatik», «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» sowie «Landwirtschaft, Biologie und Umweltwissenschaften» in der Schweiz den grössten Einfluss auf (Abbildung B 6.4). Auch die Bereiche «Biowissenschaften (Life Sciences)» und «Klinische Medizin» lagen deutlich über dem weltweiten Durchschnitt. Wahrscheinlich ist dieses Ergebnis zu einem gewissen Teil Ausdruck der vergleichsweise hohen Investitionen, die die Schweiz in die Grundlagenforschung tätigt, vor allem im Bereich der Exakten Wissenschaften und der Naturwissenschaften. Obwohl Publikationen in den Bereichen «Sozial- und Verhaltenswissenschaften» sowie «Humanwissenschaften und Kunst» eine geringere Wirkung haben als Publikationen von Forschern aus den USA, ist ihr Einfluss höher als im europäischen Durchschnitt.

6.3 Internationale Vernetzung

Der Anteil der Publikationen, die von mehreren Forschenden aus verschiedenen Ländern erarbeitet werden, ist ein Indikator für die Vernetzung oder den gegenseitigen Austausch von Wissen.

Im Zeitraum 2014 bis 2018 beträgt der Anteil der Publikationen, die auf internationalen Partnerschaften beruhen, in der Schweiz 85 %. Damit liegt die Schweiz an der Spitze der Vergleichsländer, gefolgt von Österreich und Schweden (Abbildung B 6.5). Seit dem Zeitraum 2008 bis 2012, in dem die Schweiz mit einem entsprechenden Anteil von 80 % ebenfalls die Spitzenposition innehatte, hat sich der Anteil internationaler Partnerschaften in der Schweiz etwas erhöht. Die höchsten Zuwachsraten sind in Japan, Finnland und Südkorea zu verzeichnen.

6.4 Publikationen der Schweiz nach Regionen

Die überwiegende Mehrheit der wissenschaftlichen Publikationen der Schweiz stammt aus der Genferseeregion und der Region Zürich (62 % des gesamten Publikationsaufkommens) (Abbildung B 6.6). In den beiden Regionen befinden sich sieben Hochschulen, drei Forschungseinrichtungen des ETH-Bereichs, mehrere private Laboratorien sowie internationale Organisationen. Die Nordwestschweiz und der Espace Mittelland produzieren 31 % und die drei übrigen Regionen (Ostschweiz, Tessin und Zentralschweiz) knapp 7 % der Publikationen.

Die Grenzen der bibliometrischen Analyse

Die Bibliometrie erfasst nur wissenschaftliche Artikel, während zahlreiche wissenschaftliche Disziplinen ihre Ergebnisse in Form von mündlichen Mitteilungen, Monographien und Büchern (z.B. die Geisteswissenschaften und die Literaturwissenschaft) oder in Form von Patenten oder Ad-hoc-Berichten verbreiten (z.B. die angewandte Forschung).

Die Bibliometrie beruht hauptsächlich auf englischsprachigen wissenschaftlichen Zeitschriften. Viele Artikel, die nicht auf Englisch verfasst werden (insbesondere in den Sozial- und Geisteswissenschaften ist dies häufig der Fall), sind demzufolge in den bibliometrischen Datenbanken nicht enthalten.

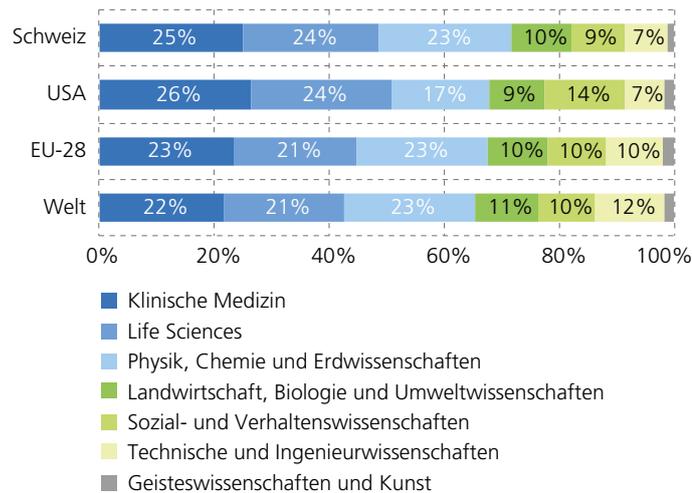
Der Impact eines Artikels bemisst sich an der Häufigkeit, mit der er in anderen Artikeln zitiert wird: Findet eine Publikation grosse Resonanz unter den Forschenden, wird daraus der Schluss gezogen, dass der betreffende Artikel bedeutend und somit sachrichtig ist. Die Ergebnisse können jedoch durch Modeeffekte verfälscht werden. Ausserdem werden wissenschaftliche Beiträge in gewissen Fällen erst nach langer Zeit anerkannt.

Abbildung B 6.1: Wissenschaftliche Publikationen, Durchschnitt 2014 bis 2018

	Anzahl Publikationen pro Million Einwohner	Anteil der weltweiten Publikationen	Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des Publikationsaufkommens zwischen der Periode 2008–2012 und der Periode 2014–2018
Schweiz	7056	1,1 %	7,7 %
Dänemark	7043	0,7 %	10,0 %
Norwegen	6019	0,6 %	7,7 %
Finnland	5897	0,6 %	6,0 %
Schweden	5760	1,0 %	7,3 %
Niederlande	5574	1,7 %	6,3 %
Singapur	4747	0,5 %	9,4 %
UK	3925	4,7 %	6,3 %
Frankreich	3847	4,7 %	5,3 %
Israel	3604	0,6 %	5,1 %
USA	3565	20,9 %	5,5 %
Österreich	3428	0,5 %	6,5 %
Italien	3216	3,5 %	6,9 %
Deutschland	2982	4,5 %	6,2 %
Südkorea	2947	2,7 %	7,6 %
Japan	1709	3,9 %	3,7 %
China	532	13,3 %	17,0 %

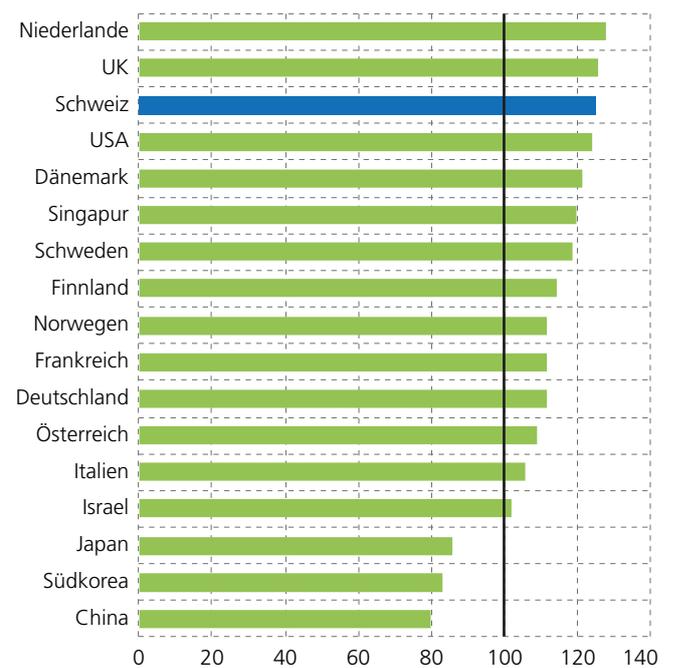
Gliederung nach Publikationen pro Million Einwohner
Quelle: SBFi

Abbildung B 6.2: Wissenschaftliche Publikationen nach Forschungsbereich, Durchschnitt 2014–2018



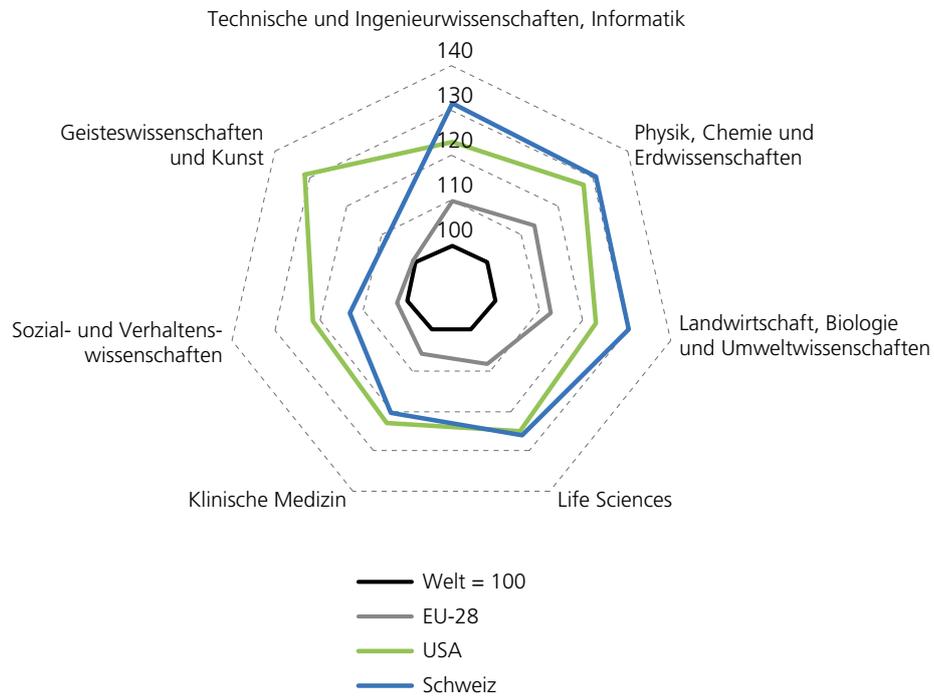
Quelle: SBFi

Abbildung B 6.3: Impact der Publikationen, Durchschnitt 2014–2018



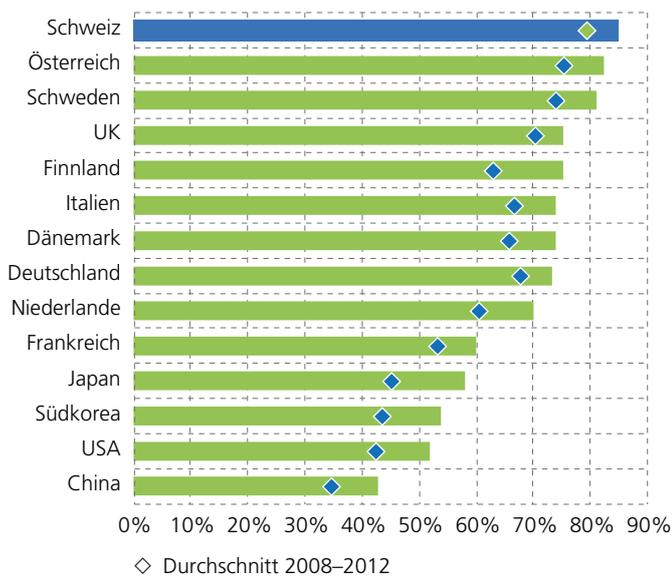
Relativer Zitationsindex: 100 = Weltdurchschnitt
Quelle: SBFi

Abbildung B 6.4: Impact der Publikationen nach Forschungsbereich, Durchschnitt 2014–2018



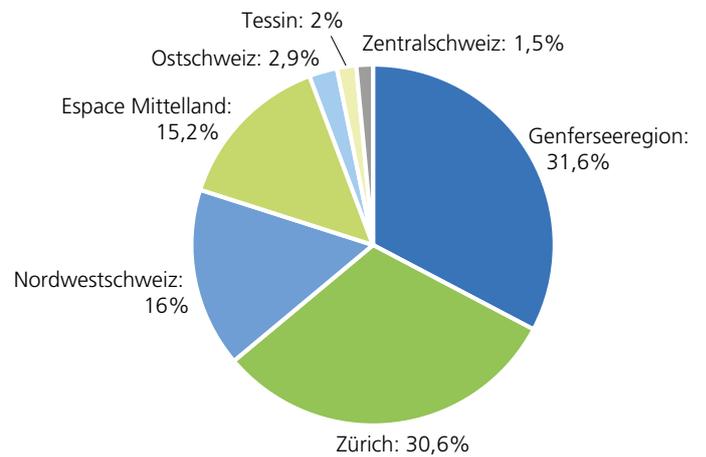
Quelle: SBF

Abbildung B 6.5: Anteil der internationalen Partnerschaften an der Gesamtzahl der gemeinsam erarbeiteten Publikationen, Durchschnitt 2014–2018



Quelle: SBF

Abbildung B 6.6: Publikationen der Schweiz nach Regionen, Zeitraum 2014–2018



Quelle: SBF

7 Patente

Patente spielen eine grosse Rolle im Innovationsbereich. Sie schützen geistiges Eigentum und technische Informationen vor missbräuchlicher Nutzung. Der rechtliche Schutz garantiert den Erfindern einen Investitionsrückfluss und erleichtert den Technologietransfer und die Vermarktung des Wissens.¹

Patentanmeldungen erfassen die technologische und gewerbsmässige Nutzung von Forschungserkenntnissen. Es handelt sich dabei um den am häufigsten verwendeten Indikator für den Output des technischen Wissens einer Volkswirtschaft. Indikatoren, die sich auf Patente abstützen, bieten den Vorteil, dass sie auf international vergleichbaren und weltweit verfügbaren Daten beruhen.

Je nachdem, ob andere informelle Strategien für den Schutz vor Nachahmungen verfügbar sind (zum Beispiel Zeitvorsprung gegenüber Konkurrenzunternehmen oder Geheimhaltung), sind Patente in den einzelnen Branchen von unterschiedlichem Nutzen. Deshalb werden Bereiche wie die Software-Entwicklung durch Patentindikatoren nur ungenügend abgedeckt.

7.1 Nationale und internationale Patente

Die Schweiz erteilt wie zahlreiche andere Länder nationale Patente, welche die Erfindungen ausschliesslich auf nationaler Ebene schützen. Immer mehr Schweizer Unternehmen melden ihre Patente jedoch direkt beim Europäischen Patentamt (EPA) an und geniessen so einen weitergehenden Schutz. Im Zeitraum 2017 bis 2018 wurde in der Schweiz der Schutz für 7304 nationale Patente und 111 172 europäische Patente verlängert.²

Angesichts der Globalisierung der Märkte, der Fragmentierung der Wertschöpfungsketten und des Auftretens neuer, sektorübergreifender Akteure kommt den regionalen und internationalen Organisationen zum Schutz des geistigen Eigentums eine zentrale Bedeutung zu. Bei diesen Organisationen kann über eine harmonisierte Anmeldung eine Erfindung in vielen Ländern gleichzeitig geschützt werden. Dank dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (Patent Cooperation Treaty, PCT), der von der Weltorganisation für geistiges Eigentum (World Intellectual Property Organization, WIPO) verwaltet wird, kann mit einer einzigen «internationalen» Anmeldung Patentschutz in über 150 Ländern beantragt werden.³

Anzahl PCT-Patentanmeldungen pro Million Einwohner

2016 war der Anteil der Schweiz am Gesamtvolumen der PCT-Patentanmeldungen bescheiden (3041 Anträge, d.h. 1,5 % sämtlicher Anträge weltweit). Die Schweiz liegt – in absoluten Zahlen – natürlich weit hinter den USA (57 560 Anträge, d.h. 25 % des Totals) und China (43 800 Anträge, 19 %) zurück. Die sogenannten EU-28-Staaten verbuchten 55 920 PCT-Patentanmeldungen (24 %).

Aussagekräftiger ist es allerdings, diesen Wert zur Grösse der Bevölkerung in Beziehung zu setzen. Mit 406 PCT-Patentanmeldungen pro Million Einwohner gehört die Schweiz zum Spitzentrio, vor Schweden (388) und Japan (344) (Abbildung B 7.1). In Japan und Südkorea ist seit 2006 ein starker Anstieg der Patentanmeldungen zu beobachten.

7.2 Internationale Zusammenarbeit

Die gute Position der Schweiz ist mit Blick auf die internationalen Kooperationen genauer zu analysieren. Die Internationalisierung der Forschungs- und Innovationstätigkeiten bringt die Forscher dazu, mit anderen ausländischen Forschungseinrichtungen Synergien und Komplementaritäten zu entwickeln und Unternehmen, auf das in anderen Volkswirtschaften erworbene Wissen zurückzugreifen.

Diese Internationalisierung der wissenschaftlichen Aktivitäten kann aus der Perspektive der Patente betrachtet werden. In den Patentschriften sind der Erfinder und der Anmelder – d.h. der Patentinhaber zum Zeitpunkt der Anmeldung – sowie seine Anschrift und damit sein Wohnsitzland angegeben. Anhand dieser Informationen lässt sich die geografische Organisation von Forschungs- und Innovationsaktivitäten nachvollziehen.

In internationaler Zusammenarbeit eingereichte Patentanmeldungen

PCT-Patente können von mehreren Erfindern gemeinsam angemeldet werden. In der Schweiz wurden 42 % der 3041 PCT-Patentanträge in Zusammenarbeit mit mindestens einem ausländischen Co-Erfinder eingereicht (Abbildung B 7.2). Über zwei Drittel dieser Co-Erfinder arbeiten in den EU-Mitgliedstaaten (EU-28) und knapp ein Viertel in den USA (OECD, 2019f).

Die Schweiz liegt deutlich vor den Referenzländern an der Spitze. Dies zeigt ihre starke internationale Vernetzung. In den asiatischen Volkswirtschaften – mit Ausnahme Singapurs, ebenfalls ein kleines Land – bleibt der Anteil der mindestens mit einem Co-Erfinder eingereichten PCT-Patentanmeldungen unter 5 %.

¹ Studie 6 in Teil C befasst sich vertieft mit dem Thema des geistigen Eigentums.

² IGE (2018): Jahresbericht 2017 / 18. Bern: Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

³ Während Patente technische Erfindungen schützen, gibt es auf internationaler Ebene zwei weitere Instrumente, die rechtlichen Schutz für Innovationen bieten: Designs und Marken. Erstere schützen äussere Formen und Gestaltungen eines Gegenstands, letztere einen Namen oder ein Logo.

Schweizer Erfindungen in ausländischem Besitz

Ausländische Unternehmen erzielen bedeutende technische Fortschritte mit in der Schweiz erworbenem Wissen. Der Anteil der PCT-Patente, die von Unternehmen mit Sitz im Ausland für in der Schweiz realisierte Erfindungen angemeldet werden, unterstreicht die Attraktivität der in der Schweiz gewonnenen Erkenntnisse.

Die Schweiz gehört zu den fünf attraktivsten Ländern für ausländische Investitionen zur Gewinnung neuer Erkenntnisse (Abbildung B 7.3). 2016 waren 27,7% der 3041 PCT-Patentanmeldungen, die unter dem Namen eines in der Schweiz niedergelassenen Erfinders eingereicht wurden, im Besitz ausländischer Unternehmen. Rund 60% davon haben ihren Sitz in Europa, etwas mehr als 30% in den USA (OECD, 2019e). Singapur erreicht bei diesem Indikator einen Anteil von 41%, wobei davon die Hälfte auf das Konto US-amerikanischer Unternehmen geht.

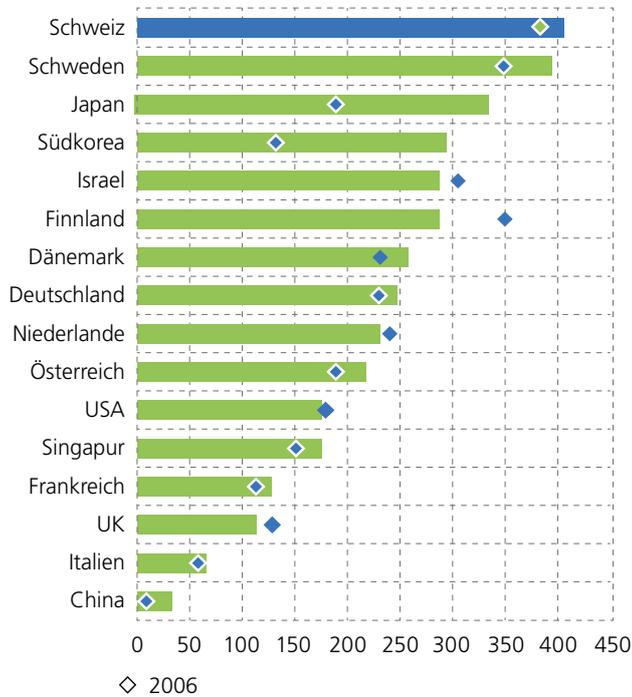
7.3 Präsenz in neuen Technologien

Anhand einer Analyse der PCT-Patentanmeldungen nach technologischen Bereichen lässt sich die relative Spezialisierung einer Volkswirtschaft messen.⁴

Die Schweiz ist in den Gesundheitstechnologien (Pharmazie und Medizintechnik) und in Biotechnologie spezialisiert (Abbildung B 7.4). In den Umwelttechnologien, Nanotechnologien sowie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) weist sie keine Spezialisierung auf und befindet sich jeweils unter dem Durchschnitt der EU-Mitgliedsländer (EU-28).

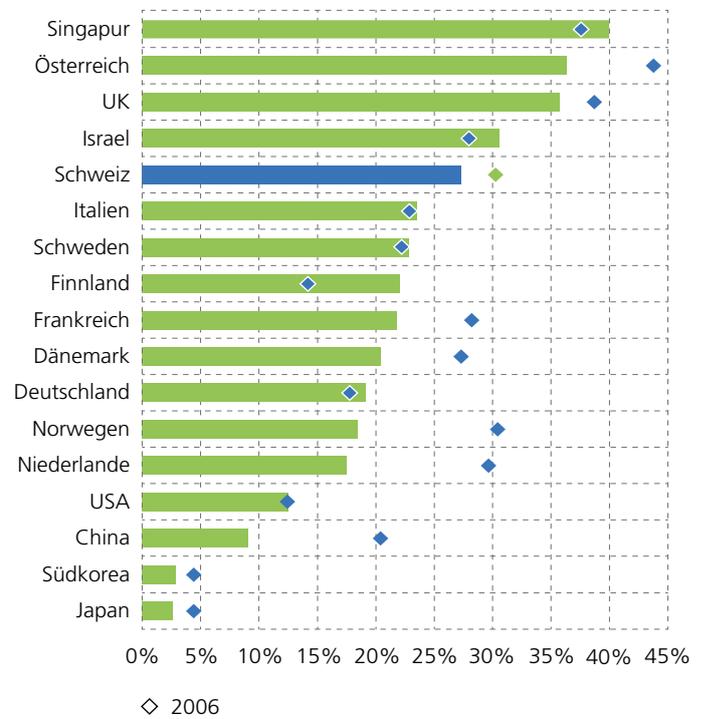
⁴ Wenn der Anteil der PCT-Anmeldungen eines Landes in einem Bereich grösser ist als der Anteil dieses Bereiches an allen PCT-Anmeldungen der Welt, dann ist das Land in diesem Bereich spezialisiert.

Abbildung B 7.1: PCT-Patentanmeldungen pro Mio. Einwohner, 2016



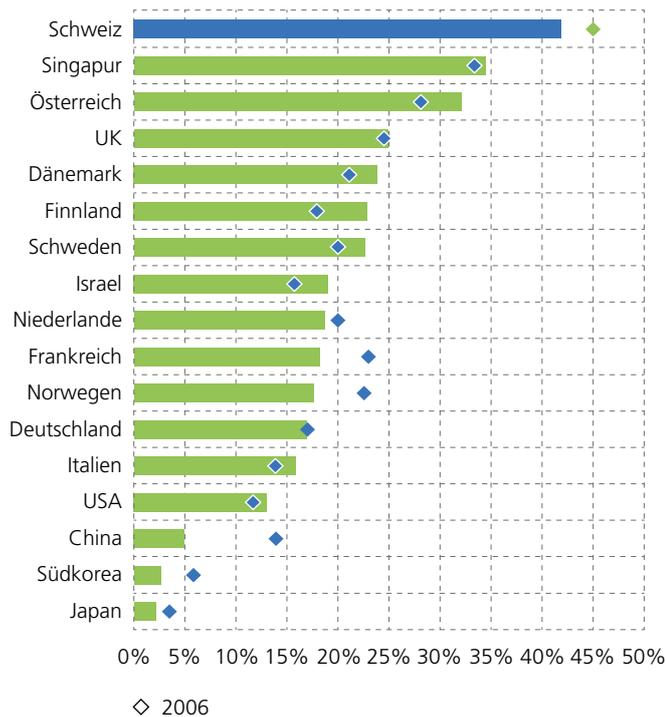
Nach Wohnsitz der Erfinder
Keine Daten verfügbar: Norwegen
Quelle: OECD

Abbildung B 7.3: Anteil der PCT-Patentanmeldungen im Eigentum von Unternehmen mit Sitz im Ausland, 2016



Nach Wohnsitz der Erfinder
Ausnahme zum Referenzjahr 2006: Österreich (2005)
Quelle: OECD

Abbildung B 7.2: Anteil der PCT-Patentanmeldungen mit Angabe mindestens eines ausländischen Miterfinders, 2016



Nach Wohnsitz der Erfinder
Quelle: OECD

Abbildung B 7.4: Revealed Technological Advantage, 2014–2016

Gesundheits- technologien		Biotechnologie		Umweltechnologien		Nanotechnologie		Informations- und Kommunikations- technologien	
Israel	209	Dänemark	250	Japan	183	Singapur	599	China	183
Niederlande	162	Singapur	203	Singapur	176	USA	154	Schweden	145
Schweiz	154	USA	170	Frankreich	169	Israel	145	Finnland	128
USA	154	Israel	142	Südkorea	126	UK	124	Südkorea	121
Dänemark	142	UK	141	Deutschland	122	Südkorea	105	Israel	116
Singapur	124	Schweiz	133	Dänemark	113	Finnland	103	USA	107
UK	120	Frankreich	115	EU-28	106	Frankreich	92	Singapur	94
Italien	101	Norwegen	110	Israel	97	Niederlande	88	Japan	80
EU-28	92	Niederlande	110	UK	84	EU-28	75	UK	75
Südkorea	84	EU-28	96	USA	68	Dänemark	71	EU-28	59
Frankreich	82	Südkorea	88	Italien	67	Schweden	69	Frankreich	57
Norwegen	78	Österreich	82	Finnland	66	Japan	66	Niederlande	54
Schweden	72	Italien	69	Österreich	64	Italien	58	Deutschland	46
Österreich	72	Finnland	65	Schweiz	56	Schweiz	51	Dänemark	39
Japan	69	Schweden	64	Norwegen	53	China	50	Schweiz	39
Deutschland	66	Deutschland	63	Niederlande	34	Deutschland	35	Österreich	36
Finnland	55	Japan	57	China	33	Österreich	24	Norwegen	35
China	50	China	44	Schweden	23	Norwegen	12	Italien	29

Revealed Technological Advantage: Anteil der PCT-Patentanmeldungen eines Landes in einer Technologie im Verhältnis zum Anteil aller globalen Patentanmeldungen in dieser Technologie.

Der Technologievorteil ist 0, wenn das Land keine Patente auf diesem Feld besitzt, 100, wenn der Anteil des Landes auf diesem Feld gleich dem weltweiten Anteil auf diesem Feld ist (keine besondere Spezialisierung) und mehr als 100, wenn eine Spezialisierung beobachtet wird.

Zu den Gesundheitstechnologien gehören Medizintechnik und Pharmazie.

Umweltechnologien umfassen ein breites Spektrum von Technologien im Zusammenhang mit dem Management von Umweltverschmutzung, Wasser und Klimawandel.

Nanotechnologien umfassen wissenschaftliche Aktivitäten mit Einheiten mit einer kontrollierten geometrischen Grösse von weniger als 100 Nanometern.

Berechnungen auf Basis der PCT-Patentanmeldungen

Quelle: OECD, Berechnungen SBF

8 Informations- und Kommunikationstechnologien

Mit der Digitalisierung verändern sich die Tätigkeiten in Wirtschaft und Gesellschaft grundlegend. Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erleichtern dabei die Beschaffung, Bearbeitung, Speicherung, Analyse und Verbreitung von Informationen in kürzester Zeit. Der Begriff IKT umfasst neben der Herstellung von Informatikkomponenten sowie von elektronischen und optischen Bauteilen (IKT-Produkte) auch Dienstleistungen in den Bereichen Informatik, Telekommunikation und Informationsverarbeitung (IKT-Dienstleistungen).

Mit den in diesem Kapitel präsentierten Indikatoren lassen sich gewisse Aspekte des gegenwärtigen digitalen Wandels untersuchen. Dabei geht es um die Bedeutung der IKT in der Wirtschaft, die IKT-Durchdringung der Privatwirtschaft und die IKT-bezogenen Forschungs- und Innovationsaktivitäten. Ausserdem geht dieses Kapitel auf die Herausforderungen ein, die sich bezüglich Cybersicherheit und Bildung stellen.¹ Die IKT wirken sich direkt auf die Aktivitäten zur Erzeugung und Verbreitung von Multimedia-Inhalten (Text, Audio und Video) aus. Um ein umfassendes Bild der Informationswirtschaft zu bieten, berücksichtigen einige Indikatoren auch diesen Bereich.²

8.1 Bedeutung der IKT in der Wirtschaft

Wertschöpfung der IKT

In der Schweiz haben die Branchen, die IKT-Produkte herstellen, einen Anteil von 3,1 % an der Gesamtwertschöpfung, während der Beitrag der IKT-Dienstleistungen 3,6 % beträgt (Abbildung B 8.1).³

Die Schweizer Informationswirtschaft trägt 7,2 % zur Gesamtwertschöpfung bei. Darin eingeschlossen sind Dienstleistungen zur Erzeugung von Multimedia-Inhalten, die 0,5 % der Gesamtwertschöpfung ausmachen. Von den europäischen Ländern schneiden nur Finnland (7,8 %) und Schweden (8,4 %) besser ab als die Schweiz. Spitzenreiter ist jedoch Israel, dessen Informationswirtschaft eine doppelt so hohe Wertschöpfung erzielt (15 %) wie diejenige der Schweiz.

¹ Studie 3 in Teil C geht das Thema Digitalisierung unter dem Blickwinkel der Innovationen im Dienstleistungssektor an. Studie 7 in Teil C zeigt den Einfluss der Digitalisierung auf die neuen Geschäftsmodelle der Schweizer Unternehmen auf.

² Für eine genaue und umfassende Definition der «Informationswirtschaft», die sowohl die IKT-Güter und -Dienstleistungen als auch Multimedia beinhaltet, siehe die Kategorien 26 und 58 bis 63 (Teil J) der allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige NOGA 2008.

³ Die Wertschöpfung entspricht der Erhöhung des Werts der Produkte, die sich aus dem Produktionsprozess ergibt. In der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung wird die Wertschöpfung berechnet, indem die Vorleistungen vom Produktionswert abgezogen werden.

Stellen im Bereich IKT

In der Schweiz sind 3,9 % der Erwerbsbevölkerung im IKT-Sektor beschäftigt (BFS, 2019e). 1 % ist in der Fabrikation und im Grosshandel von IKT tätig, 0,7 % in der Telekommunikation und 2,2 % in der Entwicklung von Software und Datenbanken. Werden die 0,9 % der Stellen in der Schaffung von Multimediainhalten hinzugerechnet, belaufen sich die IKT-Stellen auf 4,8 % der Gesamtbeschäftigung.

Im internationalen Vergleich verzeichnen lediglich Israel (6 %), Südkorea (5,2 %) und Finnland (4,9 %) einen leicht höheren Anteil der IKT-Stellen an der Gesamtbeschäftigung (Abbildung B 8.2).

Export von IKT-Dienstleistungen

Mit einem Anteil von 3 % IKT-Dienstleistungen an den gesamten Exporten weltweit liegt die Schweiz unter den Top 10 (Abbildung B 8.3). An der Spitze der Vergleichsländer stehen die USA (8,9 %) und Deutschland (7,6 %), während Südkorea und Japan je knapp 1 % des weltweiten Gesamtvolumens exportieren.⁴

In der Schweiz ist die Dynamik dieser Exporte positiv: Der entsprechende Anteil hat von 2008 bis 2017 um 0,8 Prozentpunkte zugenommen. Dabei handelt es sich um die viertstärkste Zunahme nach China (3,7 Punkte), Deutschland und den USA (1,3 Punkte).

IKT-Investitionen

Die Investitionen in IKT entsprechen 3,5 % des Schweizer Bruttoinlandprodukts (BIP), wobei 2,5 % in Software und Datenbanken geflossen sind (Abbildung B 8.4). Im internationalen Vergleich erzielen nur die Niederlande, Schweden und Frankreich einen höheren Wert als die Schweiz.

Der Anteil der Schweiz hat über zehn Jahre hinweg betrachtet nur sehr geringfügig zugenommen, während die Niederlande, Frankreich und Österreich ihre IKT-Investitionen seit 2006 deutlich gesteigert haben.

8.2 Die Verbreitung der IKT in der Privatwirtschaft

Internet der Dinge, Cloud Computing, Big Data und künstliche Intelligenz sind jene digitalen Technologien, deren bereichsübergreifendes Anwendungspotenzial besonders vielversprechend ist. Zwar könnte auf zahlreiche weitere Technologien eingegangen werden, doch bisher liegen nur zu einzelnen Schlüsseltechnologien vergleichbare internationale Daten vor, die die IKT-Durchdringung der Unternehmen messen.

⁴ Irland und Indien, die im Panel nicht enthalten sind, leisten mit einem Anteil von 16,4 % bzw. 12,5 % einen grossen Beitrag zu den weltweiten Exporten von IKT-Dienstleistungen.

Internet der Dinge

Das Internet der Dinge (IdD) beschleunigt die Datendurchdringung der physischen Welt («Datafizierung»). Diese Technologie wird wahrscheinlich zunehmend in den Herstellungs-, Vertriebs- und Verwaltungsverfahren Einzug halten, da damit in Echtzeit grosse Informationsmengen erhoben werden können.

Unter anderem bietet das IdD die Möglichkeit, ein System sofort anzupassen oder auch die Entscheidungsfindung zu optimieren und zu automatisieren. Zudem verbessert diese Technologie die Rückverfolgbarkeit von Gegenständen. In den Bereichen Sicherheit, Verkehr, Energie, Umwelt, Gesundheit und auch Landwirtschaft dürfte sie verbreitet zur Anwendung gelangen.

Das IdD stützt sich auf drei Technologiekomponenten, die in einem Gegenstand zusammenkommen: Erstens werden Sensoren benötigt, mit denen sich die gewünschte Information erfassen lässt (z.B. Temperaturschwankungen in einem Lagerraum, Wasserpegel in einem Becken usw.). Die zweite Voraussetzung ist ein RFID-Chip, mit dem sich die Identität und der Standort des vernetzten Gegenstands erkennen lassen. Drittens braucht es SIM-Karten, die in die Gegenstände integriert sind, damit diese untereinander kommunizieren können.

Die ersten Statistiken der OECD zur Verbreitung der Kommunikation zwischen Geräten zeigen, dass diese Technologie in Schweden und Norwegen sowie in den USA in erheblichem Umfang genutzt wird (OECD, 2019f). In der Schweiz wurden noch keine entsprechenden Daten erhoben. Schätzungen der OECD weisen jedoch auf eine sehr geringe Nutzung in der Schweiz hin.

Die RFID-Technologie wird in der Schweiz von 5,7 % der Unternehmen mit mindestens zehn Mitarbeitenden genutzt (Abbildung B 8.5). In Korea machen 42 % der Unternehmen von dieser Technologie Gebrauch, in Finnland sind es 23 % und in Österreich 19 %.

Cloud Computing

Cloud-Dienste bieten den Unternehmen Zugang zu massgeschneiderten Online-Informatikdienstleistungen.⁵ Dadurch erhöhen sie die Informatik-Kapazitäten der Unternehmen beträchtlich und ermöglichen eine flexible Gestaltung der Kosten, die vor allem für kleine und mittlere Unternehmen attraktiv ist.

In der Schweiz nehmen 40 % der grossen Unternehmen (mindestens 250 Mitarbeitende) Cloud Computing in Anspruch, gegenüber 26 % der mittleren Unternehmen (50 bis 249 Mitarbeitende) und 20 % der kleinen Unternehmen (5 bis 49 Mitarbeitende) (KOF & BFS, 2019e). Insgesamt (ohne Unterscheidung nach Grösse) nutzen 22 % der Schweizer Unternehmen Cloud-Dienste (Abbildung B 8.5). In Finnland liegt dieser Anteil bei 65 %, in Schweden bei 57 % und in Dänemark bei 56 %.

⁵ Beim Cloud Computing lassen sich drei Arten von Dienstleistungen unterscheiden: die Bereitstellung von Anwendungen (Software as a Service, SaaS), von Entwicklungs- und Organisationsumgebungen (Platform as a Service, PaaS) sowie von Rechenleistung und Speicherkapazität (Infrastructure as a Service, IaaS).

Big Data

Durch die Analyse von Big Data lassen sich aus riesigen Mengen unstrukturierter Daten Informationssignale gewinnen, die die Entscheidungsfindung unterstützen. Gegenwärtig nutzen 22 % der niederländischen, 19 % der finnischen und 16 % der französischen Unternehmen Big Data (Abbildung B 8.5). Für die Schweiz sind noch keine entsprechenden Daten verfügbar.

Künstliche Intelligenz

Der Begriff Künstliche Intelligenz (KI) wird zur Beschreibung von Informatiksystemen verwendet, die bis zu einem gewissen Grad ähnliche kognitive Funktionen wie jene des Menschen übernehmen können (lernen, verstehen, urteilen, interagieren usw.) (OECD, 2019f).

Möglich wurde der kürzlich erfolgte Durchbruch der KI vor allem durch die Entwicklungen in den Bereichen IdD, Cloud Computing und Big Data sowie durch die Erhöhung der Rechenleistung der Computer. In Verbindung mit den wissenschaftlichen Fortschritten in ihren Anwendungsbereichen (Biologie, Medizin, Finanzwesen, Verkehr, Industrieproduktion usw.) bietet KI ein grosses Innovationspotenzial. Dank der Analyse einer grossen Menge von Echtzeitdaten können die Algorithmen eines KI-Systems rasch komplexe Entscheidungen treffen. Der Mensch hingegen ist nicht in der Lage, derart grosse Informationsmengen zusammenzutragen und zu verarbeiten.

In Webservices wie Suchmaschinen sowie in Anwendungen zur Spracherkennung und -assistenz, zur Gesichtserkennung oder zur Übersetzung ist KI bereits weit verbreitet. Die Fertigungsindustrie, die Automobilbranche und das Gesundheitswesen nehmen sie zunehmend in Anspruch. Besonders vielversprechend sind KI-Anwendungen im Gesundheitsbereich: Mit Algorithmen, die aus Patientendaten gespiesen werden (physiologische Daten, pathologische Merkmale, Behandlungsvorgeschichte, soziales Umfeld usw.), lassen sich mithilfe statistischer Analysen rasch die geeignetsten Behandlungen ermitteln bzw. diese verbessern.

Noch liegen kaum Daten zur Bedeutung der KI in den einzelnen Volkswirtschaften vor. Einzig anhand der Patente lassen sich momentan auf internationaler Ebene die Fortschritte der Unternehmen vergleichen, die in diesem Bereich tätig sind. Unter Berücksichtigung des Standorts, wo die Forschung durchgeführt wird, befindet sich die Schweiz unter den Ländern, die in der KI-Forschung aktiv sind. Mit 27 Patenten in den Top 10 % pro Million Einwohner belegt die Schweiz die dritte Stelle (Abbildung B 8.6).⁶ Mit 60 Patenten in den Top 10 % pro Million Einwohnern ist Israel das attraktivste Land für Aktivitäten im Bereich KI-Forschung.

⁶ Für die Berechnung der besten Patente bzw. der Top 10 % werden zwei Aspekte berücksichtigt: Die technologische Relevanz eines Patents, die anhand der Verweise und Zitierungen bestimmt wird, und die Marktstellung, wofür der Umfang des Rechtsschutzes des Patents berücksichtigt wird (Econsight, 2019).

Wird der Sitz des Unternehmens berücksichtigt, das ein Patent in diesem Bereich anmeldet, verzeichnen die Schweizer Unternehmen 17 Patente in den Top 10 % pro Million Einwohner. Damit liegen sie hinter den amerikanischen Unternehmen (28 Patente in den Top 10 % pro Million Einwohner), aber vor den israelischen und niederländischen Unternehmen (15 Patente in den Top 10 % pro Million Einwohner).

8.3 Forschungs- und Innovationsaktivitäten im IKT-Bereich

Die Anstrengungen, die ein Land in der Forschung und Innovation im IKT-Bereich unternimmt, lassen sich mit den traditionellen Forschungs- und Entwicklungsindikatoren (F&E) messen. Allerdings können die Prozesse zur Finanzierung von digitalen Projekten von den traditionellen F&E-Finanzierungen abweichen: Zum einen werden solche Projekte in der Startphase zunehmend mit Eigenmitteln finanziert. Diese werden über Investorennetzwerke beschafft, die bereit sind, das Erfolgs- bzw. Misserfolgsrisiko eines Projekts mitzutragen. Zum andern lassen sich die erzielten Fortschritte im digitalen Bereich mit den Patent- und Publikationsstatistiken nicht vollständig erfassen. Denn in vielen Fällen sind die Fortschritte auf Innovationen zurückzuführen, die sich auf die Daten und die Entwicklung von Programmiercodes stützen. Diese digitalen Innovationen werden zunehmend auch im Open-Source-Bereich entwickelt (z. B. durch Software, die für jedermann zugänglich, editierbar, kopierbar und ausführbar ist).

Die Risikokapitalinvestitionen und die wissenschaftliche Entwicklung von Codes und Datenbanken ergänzen deshalb die traditionelleren F&E-Indikatoren.

F&E-Ausgaben der Informationswirtschaft

Die gesamten F&E-Ausgaben der Schweizer Privatwirtschaft entsprechen 2,3 % des BIP, wobei 0,3 % der Informationswirtschaft zugerechnet werden können (Herstellung von IKT, IKT-Dienstleistungen und Erzeugung von Multimedia-Inhalten) (Abbildung B 8.7). In Israel und Südkorea sind die F&E-Ausgaben der Informationswirtschaft am höchsten (2,1 % bzw. 1,8 % des BIP). In diesen beiden Ländern ist über die Hälfte der gesamten F&E-Anstrengungen der Privatwirtschaft auf diesen Bereich ausgerichtet.

Risikokapitalinvestitionen im IKT-Sektor

In der Schweiz entsprechen die Risikokapitalinvestitionen im IKT-Sektor 0,015 % des BIP (Abbildung B 8.8). In den USA, die mit 0,17 % des BIP an der Spitze stehen, ist dieser Wert zehnmal höher. Das Vereinigte Königreich (0,04 %) und Finnland (0,03 %) folgen abgeschlagen auf den Plätzen zwei und drei der Vergleichsländer.

IKT-Patente

Im Zeitraum 2013 bis 2016 stammten 12 % aller Patentanmeldungen in der Schweiz aus dem IKT-Bereich (dieser Anteil ist seit zehn Jahren stabil). In China, Singapur und Südkorea beträgt dieser Wert über 50 %. In Europa weisen Schweden und Finnland Anteile über 40 % auf (Abbildung B 8.9).

Publikationen im Bereich Informatikwissenschaften

In Bezug auf den Impact zählen die Schweizer Publikationen in den Informatikwissenschaften zu den weltweit am meisten beachteten. Fast ein Fünftel der 1602 Artikel, die 2017 in diesem Bereich veröffentlicht wurden, gehörte weltweit zu den Top 10 % der meistzitierten Publikationen. In den USA wird zwar fast zwanzig Mal mehr publiziert (2017 insgesamt 28 346 Publikationen), doch nur 17 % dieser Publikationen sind in den Top 10 % der am häufigsten zitierten Publikationen zu finden. Besonders tief ist der Impact der chinesischen (insgesamt 39 521 Publikationen), japanischen (8301 Publikationen) und südkoreanischen Publikationen (5649). Deren Impact liegt deutlich unter dem Durchschnitt der EU-Mitgliedsstaaten (EU-28) (Abbildung B 8.10).

Wissenschaftliche Entwicklung von Codes und Datenbanken

2019 hat die OECD erstmals einen experimentellen Indikator publiziert, der auf dem «International Survey of Scientific Authors 2018» beruht. Mit dieser Erhebung sollen Daten zur Nutzung der digitalen Instrumente für die Wissenschaft und zu deren Auswirkungen auf die verschiedenen wissenschaftlichen Aktivitäten zusammengetragen werden.

Anhand einer Befragung der Forschenden, die im jeweiligen Jahr publiziert haben, hat die OECD festgestellt, dass 30 % der 93 in der Schweiz wohnhaften Befragten neue Codes und neue Datenbanken entwickelt hatten, während 10 % ausschliesslich neue Codes und 31 % ausschliesslich neue Datenbanken entwickelt hatten. Letztlich hatten nur 29 % keine digitale Neuerung eingeführt (Abbildung B 8.11). Obwohl ein internationaler Vergleich schwierig ist, weisen diese Ergebnisse darauf hin, dass Forschende in der Schweiz im digitalen Bereich potenziell sehr aktiv sind.

8.4 Die Herausforderung Cybersicherheit

Digitale Innovationen können ihr Potenzial nur in einer Umgebung vollumfänglich entfalten, in der Vertrauen in die IKT vorhanden und die Sicherheit gewährleistet ist. Dies gilt insbesondere für die künstliche Intelligenz. In diesem Bereich könnten eine schlechte Datenqualität, eine unvorhergesehene Veränderung des Datenerhebungsumfelds oder auch die Intransparenz des verwendeten Algorithmus zu verzerrten Resultaten und Fehlentscheidungen führen. Schweizer Unternehmen nutzen Cloud-Lösungen in geringerem Umfang als skandinavische, was auch mit mangelndem Vertrauen in diese Technologie zusammenhängen könnte. Fragen in Bezug auf den Datenschutz, die negativen externen Effekte, die Auswirkungen für Dritte, Haftung, Ethik usw. müssen noch geklärt werden.

Der «Global Cybersecurity Index 2018» der internationalen Fernmeldeunion bietet im Bereich Cybersicherheit einen Ländervergleich. Er umfasst 25 Indikatoren, die sich auf fünf Bereiche beziehen und Folgendes messen:

- 1) Rechtlicher Bereich: Rechtliche Rahmenbedingungen und Institutionen, die sich mit Cybersicherheit und Cyberkriminalität befassen;
- 2) Technischer Bereich: Nationale Aufsichtsorgane, die in der Lage sind, Cyberzwischenfälle zu bearbeiten, und staatliche Stellen, die dank anerkannten Sicherheitsstandards massgebend sind;
- 3) Organisatorischer Bereich: Nationale Strategie und nationale Koordinationsstelle zur Umsetzung der Politik und der Initiativen im Bereich Cybersicherheit;
- 4) Bereich Kompetenzentwicklung: Programme zur Kompetenzentwicklung (d.h. Sensibilisierungskampagnen, Ausbildungs-, Zertifizierungs- und Akkreditierungsprogramme für Fachpersonen im Bereich Cybersicherheit) sowie öffentliche Stellen zur Förderung der Entwicklung technischer und interdisziplinärer Kompetenzen;
- 5) Bereich Zusammenarbeit: Rahmenbedingungen für die internationale Zusammenarbeit und Netzwerke für den Informationsaustausch.

2018 belegte die Schweiz bei diesem Index insgesamt den zweitletzten Rang (Abbildung B 8.12). Sie lag im rechtlichen Bereich an letzter und im technischen Bereich und im Bereich Kompetenzentwicklung an drittletzter Stelle. Im organisatorischen Bereich erreichte sie einen Platz im Mittelfeld und im Bereich Zusammenarbeit einen Platz in den vorderen Rängen. Weltweit führend in diesem Index ist das Vereinigte Königreich.⁷

8.5 Eine Herausforderung für die Bildung

Der hohe Anteil von Erwerbspersonen, die in der Schweiz im IKT-Sektor beschäftigt sind, ist zum Teil auf das starke Wachstum der Ausbildungskapazitäten seit den 2000er Jahren zurückzuführen. Eine besonders wichtige Rolle spielt dabei die berufliche Grundbildung. 2017 entfielen 2582 eidgenössische Fähigkeitszeugnisse (EFZ) auf den IKT-Bereich. Damit wurde ein Rekordwert erzielt, der den 2005 erreichten Wert von 2577 leicht überstieg (Abbildung B 8.13). Seit 2009 verzeichneten die EFZ im IKT-Sektor ein Wachstum von durchschnittlich 7,2 % pro Jahr. Auch der Anteil der Fachhochschulabschlüsse stieg jährlich durchschnittlich um 7 %; 2017 wurden 1376 Abschlüsse registriert. An den universitären Hochschulen (Universitäten und die beiden ETH) wurde seit 2009 ein jährlicher Zuwachs von durchschnittlich 5 % erreicht. Einzig die höhere Berufsbildung verzeichnet nur einen geringen Anstieg (1 % pro Jahr) und seit 2015 gar eine rückläufige Tendenz. 2017 wurden in der Schweiz insgesamt rund 6000 Abschlüsse im IKT-Bereich ausgestellt, das sind 2013 Abschlüsse mehr als 2009.

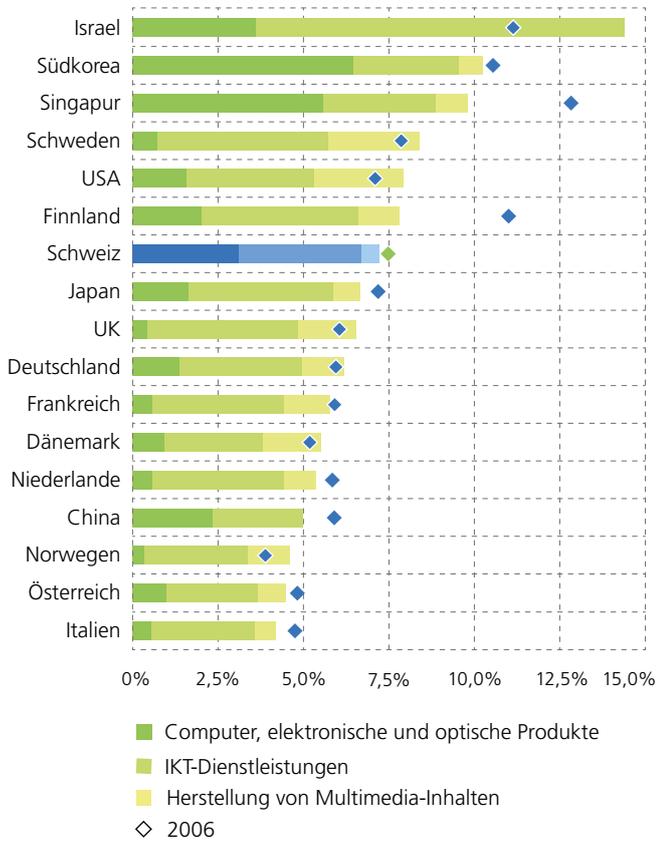
⁷ Dies ist vor allem auf seine zahlreichen Rechtsinstrumente wie den «Computer Misuse Act» sowie auf das Bestehen von Institutionen wie der «National Crime Agency» zurückzuführen. Das «NCSC Active Cyber Defence Programme» ermöglicht den Behörden des Vereinigten Königreichs zudem, ihre Kompetenzen im Bereich der Überwachung und der Bewältigung von Angriffen auszubauen. Dank der «Cyber Security Information Sharing Partnership», die von der Wirtschaft und den Behörden gemeinsam aufgebaut wurde, können auch Echtzeitinformationen zur Cybersicherheit ausgetauscht werden. Ausserdem arbeitet das Vereinigte Königreich eng mit dem «European Cybercrime Centre» und der «Joint Cybercrime Action Taskforce» von Europol zusammen.

In Anbetracht der nötigen Pluridisziplinarität bei der Entwicklung der Informationswirtschaft ist es sinnvoll, alle Abschlüsse in den Informationswissenschaften zu berücksichtigen. Im weiteren Sinn umfasst diese Kategorie gemäss OECD auch die Abschlüsse in den Naturwissenschaften, in Mathematik, Statistik, in den IKT sowie im Bereich Erzeugung von Multimedia-Inhalten. Dieser schliesst beispielsweise die grafische Gestaltung und den Journalismus ein.

In der Schweiz entfallen 13,6 % der Tertiärabschlüsse auf die Studierenden der obengenannten drei Bereiche (Abbildung B 8.14). Während die meisten Länder Werte zwischen 14 % und 18 % erzielen, beträgt dieser Anteil im Vereinigten Königreich 27,2 %, wobei 10 % den Bereich Erzeugung von Multimedia-Inhalten betreffen. Deutschland (4,5 %) und die Schweiz (4,7 %) erreichen die niedrigsten Werte in diesem Bereich.

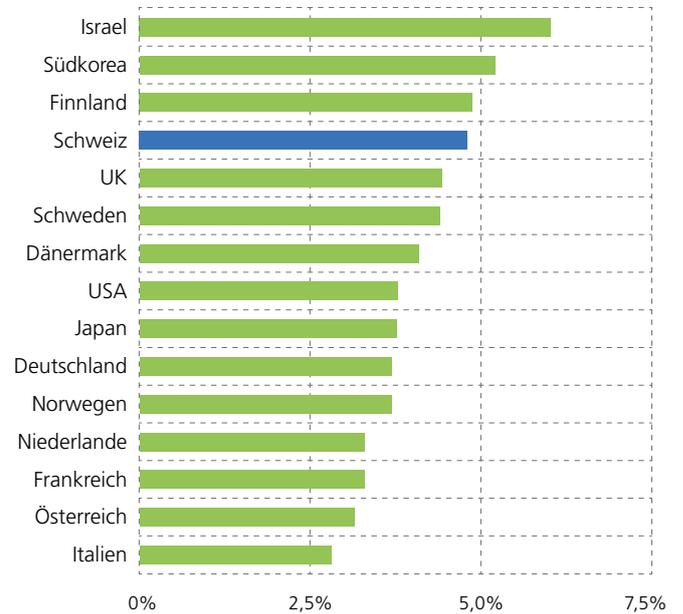
Die OECD schlägt vor, den Bereich Ingenieur-, Fertigungs- und Bauwissenschaften als zusätzliche Kategorie in diese Statistik aufzunehmen. In der Schweiz werden hier 16 % der Tertiärabschlüsse in diesem Bereich ausgestellt. Unter Berücksichtigung dieser zusätzlichen Kategorie (Abbildung B 8.14, transparentes Rechteck) würde der Anteil der Tertiärabschlüsse, die potenziell einen Beitrag zur Entwicklung der Informationswirtschaft leisten, in der Schweiz insgesamt 29 % betragen. Damit stünde die Schweiz weit hinter den beiden Spitzenreitern Deutschland (41 %) und Südkorea (40 %) an achter Stelle.

Abbildung B 8.1: Wertschöpfung des IKT-Sektors in Prozent der Gesamtwertschöpfung, 2016



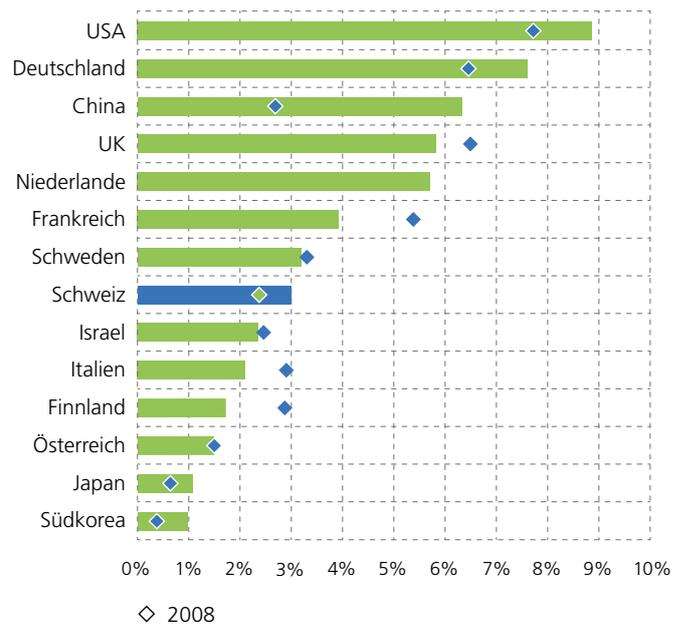
Keine Daten verfügbar für die Kategorie Herstellung von Multimedia-Inhalten: China, Israel
 Ausnahmen zum Referenzjahr 2016: China (2015), Singapur (2014), Schweden (2015)
 Quelle: OECD

Abbildung B 8.2: Beschäftigung im IKT-Sektor in Prozent der Gesamtbeschäftigung, 2016



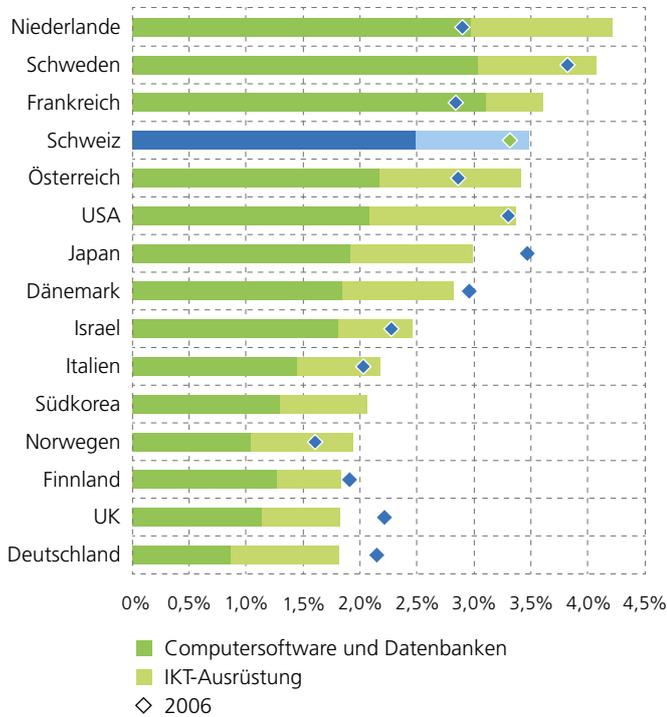
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Japan (2015)
 Keine Daten verfügbar: China, Singapur
 Quelle: OECD

Abbildung B 8.3: Wichtigste Exporteure von IKT-Dienstleistungen in Prozent sämtlicher Exporte weltweit, 2017



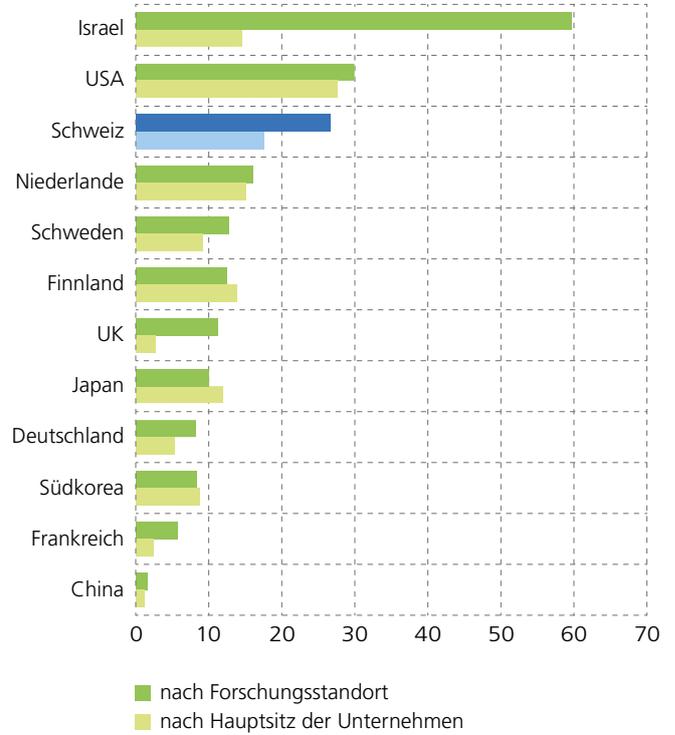
Keine Daten zum Referenzjahr 2008 verfügbar: Niederlande
 Quelle: OECD

Abbildung B 8.4: IKT-Investitionen in Prozent des BIP nach Sachanlagen, 2017



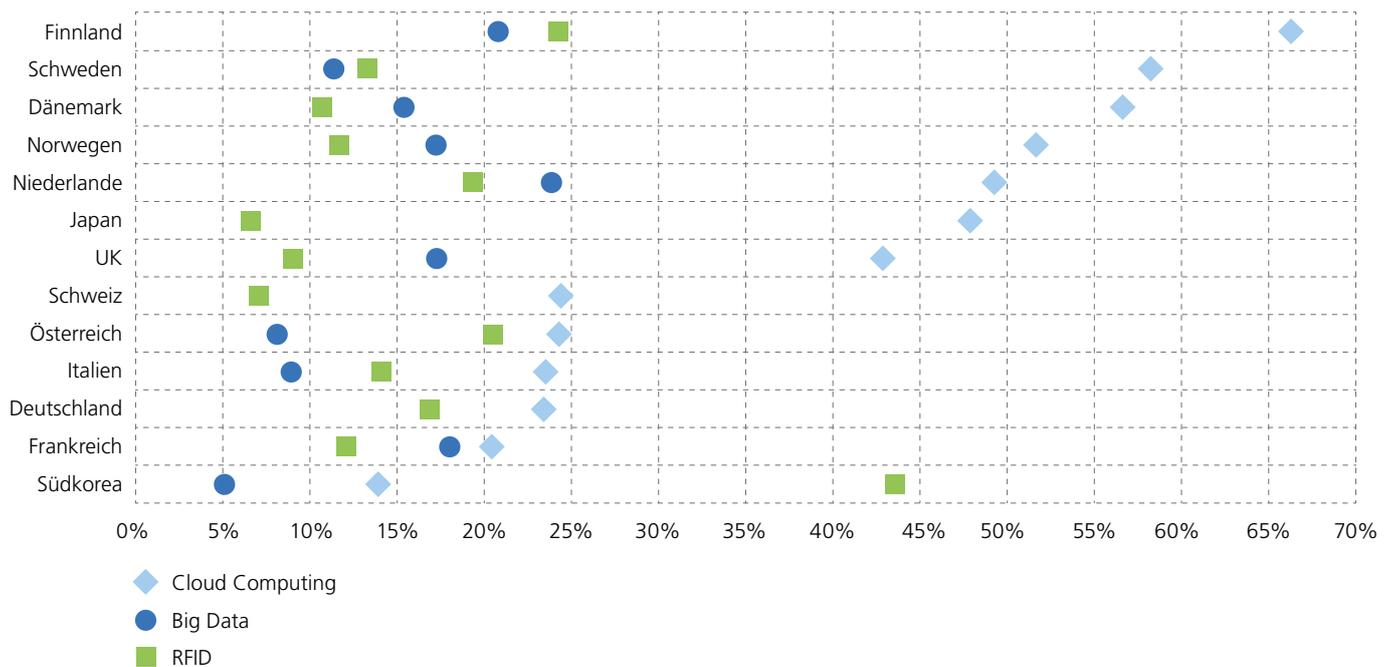
Keine Daten verfügbar: China, Singapur
Keine Daten 2008 verfügbar: Südkorea
Quelle: OECD

Abbildung B 8.6: Anzahl Weltklassepatente im KI-Bereich pro Million Einwohner, 2018



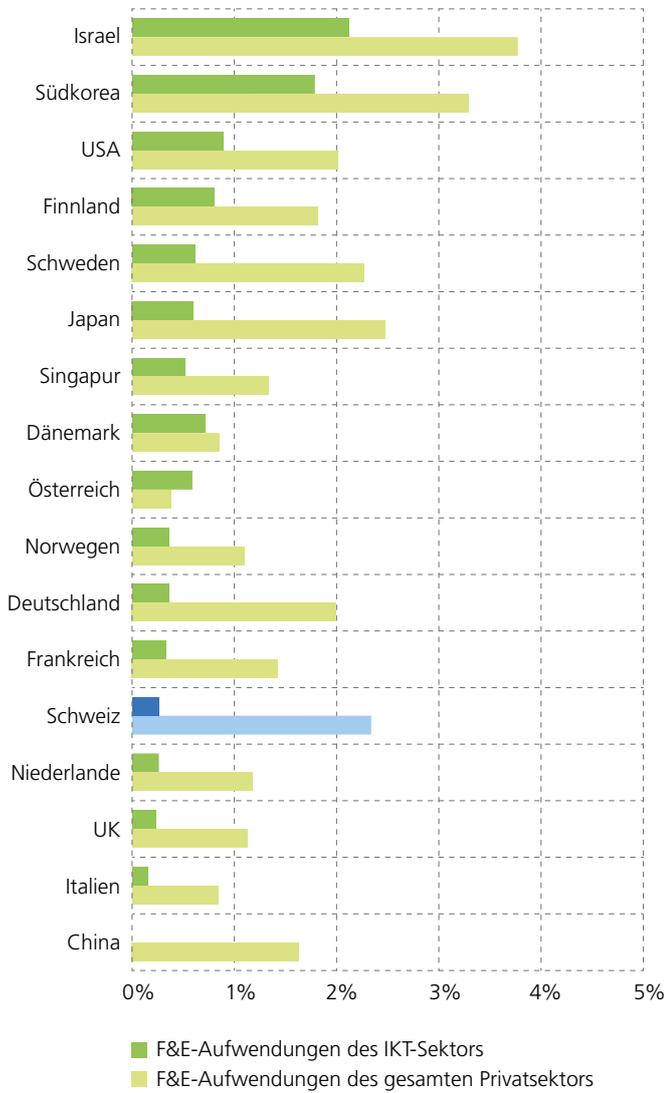
Keine Daten verfügbar: Dänemark, Italien, Norwegen, Österreich, Singapur
Quelle: Econsight, UN, Berechnungen SBF

Abbildung B 8.5: Verbreitung von IKT-Technologien in Unternehmen, als Prozentsatz von Unternehmen mit zehn oder mehr Beschäftigten, 2018



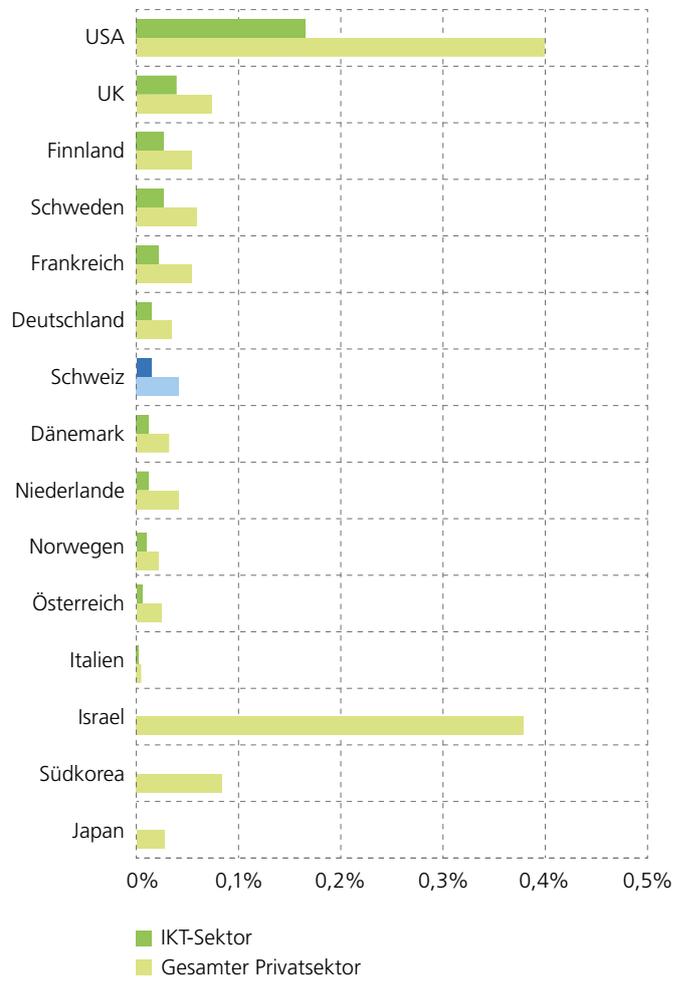
Für die Schweiz beziehen sich die Daten auf Unternehmen mit fünf oder mehr Beschäftigten statt auf zehn oder mehr.
Ausnahmen zum Referenzjahr 2018: Japan (2016), Schweiz (2015), Südkorea (2016)
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur, USA
Quelle: OECD

Abbildung B 8.7: F&E-Aufwendungen des IKT-Sektors in Prozent des BIP, 2016



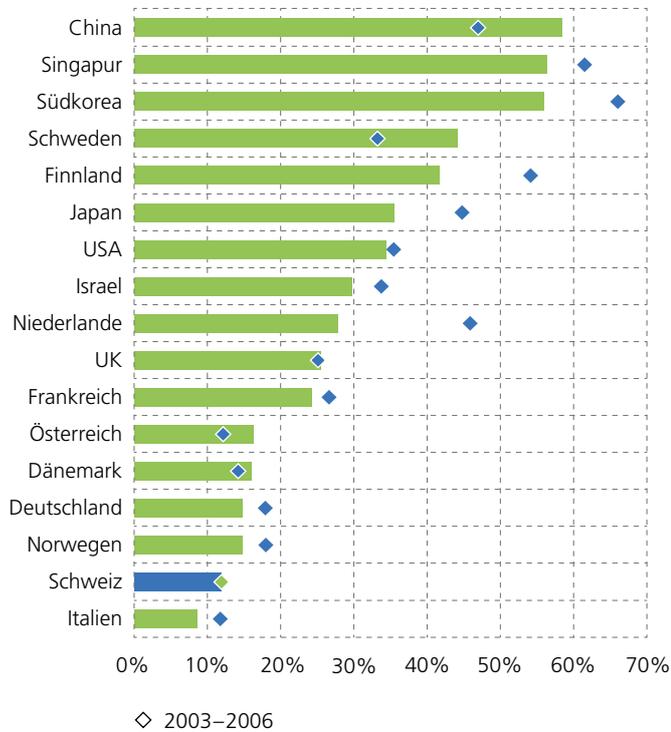
Ausnahmen zum Referenzjahr 2016: Schweiz (2017), Singapur (2014)
 Keine Daten für den IKT-Sektor verfügbar: China
 Quelle: OECD

Abbildung B 8.8: Risikokapitalinvestitionen im IKT-Sektor in Prozent des BIP, 2017



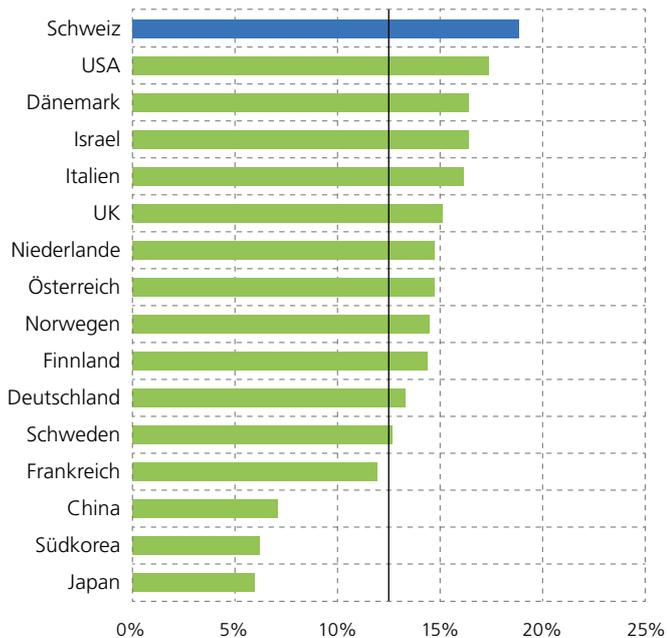
Ausnahmen zum Referenzjahr 2017: Israel (2014), Japan (2016)
 Keine Daten verfügbar: China, Singapur
 Quelle: OECD

Abbildung B 8.9: Patentanmeldungen in IKT-Technologien in Prozent der Gesamtanmeldungen, 2013–2016



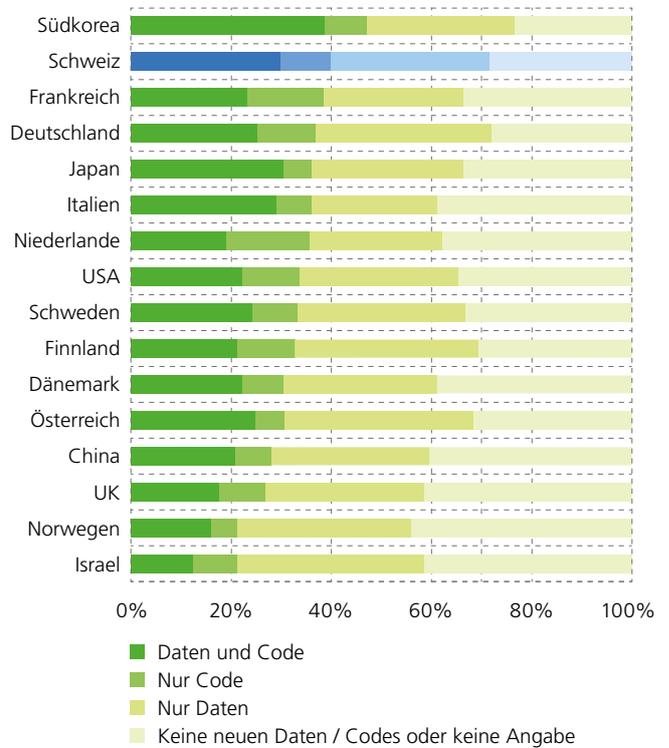
Basierend auf IP5-Patentfamilien
Quelle: OECD

Abbildung B 8.10: Prozentsatz der Publikationen der Computerwissenschaften unter den Top 10% der meistzitierten Publikationen, 2016



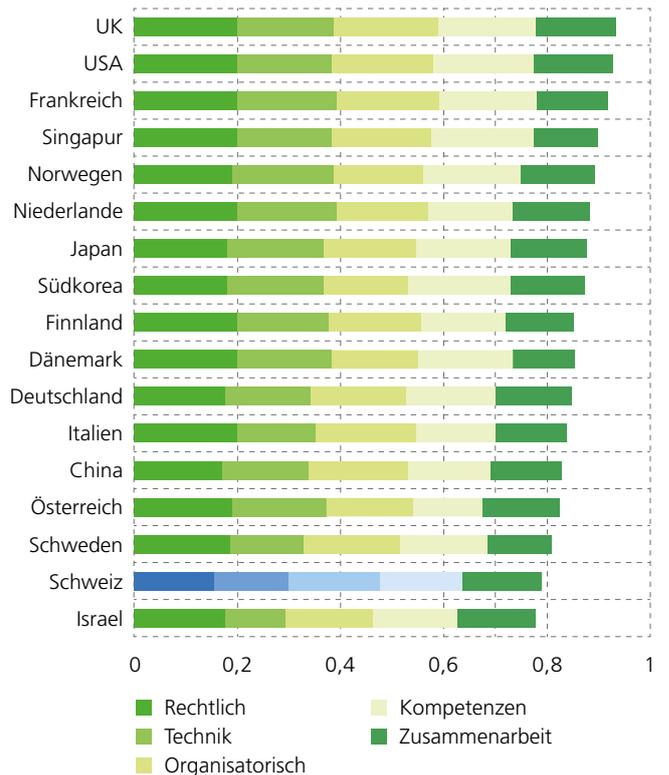
Ø EU-28: 13%
Das Gebiet der Computerwissenschaften umfasst folgende Teilbereiche: Künstliche Intelligenz, Computertheorie und Mathematik, Computergrafik, computergestütztes Design, Computernetzwerke und Kommunikation, Informatikanwendungen, Computervision und Modellerkennung, Hardware und Architektur, Mensch-Maschine-Interaktion, Informationssysteme, Signalverarbeitung und Software.
Keine Daten verfügbar: Singapur
Quelle: OECD

Abbildung B 8.11: Wissenschaftliche Aktivität, die zu neuen Daten oder Codes führt, Wohnsitzland des Forschers, 2017



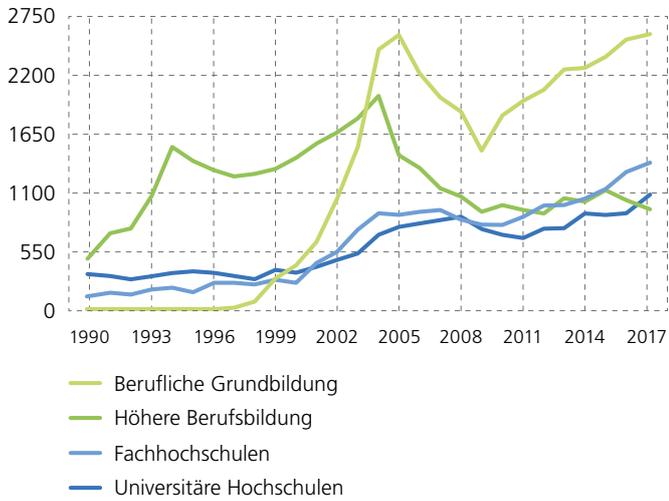
Als Prozentsatz der Antworten auf die Umfrage «International Survey of Scientific Authors» (ISSA) 2018 der OECD
Keine Daten verfügbar: Singapur
Quelle: OECD

Abbildung B 8.12: Global Cybersecurity Index, 2018



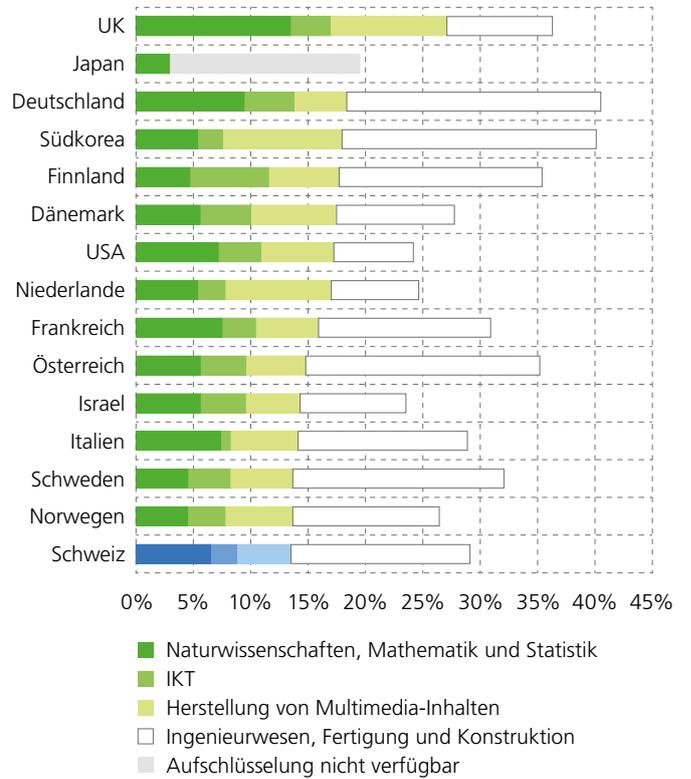
Quelle: ITU

Abbildung B 8.13: Entwicklung der Anzahl IKT-Abschlüsse in der Schweiz, nach Ausbildungstyp, 1990–2017



Quelle: BFS

Abbildung B 8.14: Hochschulabsolventen in den Bereichen Naturwissenschaften, IKT, Herstellung von Multimedia-Inhalten und Ingenieurwesen in Prozent aller Hochschulabsolventen, 2016



Keine Daten verfügbar: Singapur
Quelle: OECD

9 Wissens- und Technologietransfer

Wissens- und Technologietransfer (WTT) bezeichnet den Wissensaustausch zwischen wissenschaftlichen Institutionen (Hochschulen und öffentlichen Forschungsinstitutionen) und Privatunternehmen. WTT-Aktivitäten erfolgen an der Schnittstelle von akademischer Forschung, Industrie und Markt. Sie bewirken den Aufbau von Kooperationsnetzwerken und tragen so zu einem innovationsfreundlichen Umfeld bei. Damit ermöglicht der WTT nicht nur eine wirtschaftliche Verwertung von akademischem Wissen, sondern fördert auch den Rückfluss von praktischem Wissen in die akademische Forschung (siehe Teil C, Studien 4 und 5).

Zu WTT-Fragen liegen auf internationaler Ebene kaum vergleichbare Statistiken vor. Deshalb werden in diesem Kapitel hauptsächlich Indikatoren zu den nationalen Aktivitäten im WTT-Bereich präsentiert. Diese stützen sich auf Erhebungen zum Wissens- und Technologieaustausch ab, die von der Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich durchgeführt werden (Teil C, Studie 4).

9.1 Beteiligung der Schweizer Unternehmen am WTT

Zwischen 2015 und 2017 war etwas weniger als ein Viertel (23,8 %) der Schweizer Unternehmen an WTT-Aktivitäten beteiligt (Tabelle B 9.1). Über einen etwas längeren Zeitraum betrachtet (2012 bis 2017) und unter Einbezug der ausländischen Hochschulen beläuft sich der Anteil auf 26,1 %. Seit der letzten Erhebung im Jahr 2011 haben sich die WTT-Aktivitäten sämtlicher Unternehmen intensiviert.

Die Unternehmen in der Industrie setzen am stärksten auf Zusammenarbeit und Austausch mit in- und ausländischen Hochschulen (40,3 %). Bei den Unternehmen im Dienstleistungssektor ist der Anteil nur ungefähr halb so gross (23,2 %). 2011 betrug der Anteil für die Industrie noch 27,4 % und jener für den Dienstleistungssektor 28,5 %. Erstere hat somit ihre WTT-Aktivitäten gegenüber der letzteren seither stark ausgebaut. Auch im Baugewerbe haben die WTT-Aktivitäten stark zugenommen, von 4,4 % im Jahr 2011 auf 20,5 % im Jahr 2018 (Tabelle B 9.1).

Gliedert man nach Teilsektoren, so gibt in der Hightech-Industrie eines von zwei Unternehmen (50,4 %) an, WTT-Aktivitäten auszuführen (Tabelle B 9.1). In den Teilsektoren Moderne Dienstleistungen und Lowtech-Industrie arbeitet gemäss eigenen Aussagen der Unternehmen mehr als ein Drittel mit Hochschulen zusammen. Bei den Unternehmen in der Lowtech-Industrie hat sich der Anteil seit der Erhebung 2011 verdoppelt (Tabelle B 9.1).

Darüber hinaus ist ein Zusammenhang zwischen der Unternehmensgrösse und der Intensität der WTT-Aktivitäten zu beobachten. In der Periode 2012 bis 2017 haben in der Schweiz 22,9 % der kleinen Unternehmen, 36,7 % der mittleren Unternehmen und über zwei Drittel der grossen Unternehmen (67,4 %) ihr Wissen mit schweizerischen oder ausländischen Hochschulen ausgetauscht. Seit 2011 ist dieser Anteil bei den grossen Unternehmen um 8,1 Prozentpunkte und bei den kleinen um 5,8 Prozentpunkte gestiegen, während er bei den mittleren um 3 Prozentpunkte gesunken ist (Tabelle B 9.1).¹

9.2 Aktivitätstypen der Schweizer Unternehmen im Bereich WTT

In Bezug auf die Form der WTT-Aktivitäten in der Schweiz gab rund eines von zwei im WTT aktiven Unternehmen (51,6 %) an, dass informelle Kontakte² sowie Elemente der Kategorie Bildung und Mobilität³ (49,7 %) zu den häufigsten WTT-Formen gehören (Tabelle B 9.2).

Ein weitaus geringerer Anteil der Unternehmen (14,9 %) setzte Schwerpunkte beim Aufbau offizieller Beziehungen zu den Hochschulen. Es handelt sich dabei um Verträge oder Forschungskonsortien, die Nutzung von Begutachtungs- oder Beratungsdienstleistungen (13,7 %) oder die direkte Nutzung der Infrastruktur von Hochschulen (13,2 %) (Tabelle B 9.2).

Ein Blick auf die vorhergehenden Perioden zeigt, dass die informellen Kontakte und die Elemente der Kategorie Bildung und Mobilität schon immer zu den wichtigsten Formen des WTT in der Schweiz zählten (Tabelle B 9.2).

¹ Studie 4 von Teil C unterstreicht, dass der bei einigen KMU beobachtete Rückgang der WTT-Aktivitäten teilweise auf die Abnahme ihrer Aufnahmefähigkeiten zurückzuführen ist, d.h. ihrer mangelnden Kapazitäten, die an Hochschulen durchgeführte Forschung zu verstehen und anzuwenden. Dies wiederum hängt mit der geringeren Intensität ihrer F&E-Aktivitäten zusammen. Die Studie zeigt somit den Zusammenhang zwischen F&E-Ausgaben und Intensität der WTT-Aktivitäten und betont, dass der WTT nur dann sein ganzes Potenzial entfalten und die Innovationsleistungen eines Unternehmens verbessern kann, wenn sich dieses darum bemüht, seine internen Kapazitäten zur Ausführung von F&E-Aktivitäten auszubauen.

² Zu den informellen Kontakten (z.B. Gespräche, Telefonate usw.) gehören auch die Teilnahme an Konferenzen und die Konsultation wissenschaftlicher Publikationen.

³ Unter Bildung und Mobilität fallen die Einstellung von Hochschulabgängern, deren Kontakt zu ihrer früheren Institution, Praktika, Diplomarbeiten, Doktorarbeiten, Kooperationen der Forschenden der Hochschulen mit Unternehmen, die Organisation gemeinsamer Lehrprogramme, die Übertragung von Lehraufträgen an Mitarbeitende des Unternehmens sowie Weiterbildungsprogramme.

9.3 WTT-Partner der Schweizer Unternehmen

In der Periode 2012 bis 2017 tauschten 64,8% der WTT-betreibenden Unternehmen ihr Wissen mit mindestens einem Partner des ETH-Bereichs aus (Tabelle B 9.3). Seit der letzten Erhebung für die Periode 2005 bis 2010 sind die Fachhochschulen (FH) zum wichtigsten WTT-Partner des Privatsektors geworden. 66,3% der im WTT aktiven Unternehmen gaben an, mit mindestens einer FH zusammenzuarbeiten. Die kantonalen Universitäten werden hingegen nur von einem Drittel erwähnt (33%). Dieser tiefere Wert lässt sich damit erklären, dass die Universitäten in der angewandten Forschung weniger aktiv sind.

9.4 Motive der Schweizer Unternehmen für den WTT

Das weitaus wichtigste Motiv der Unternehmen für ihre Beteiligung am WTT ist der Zugang zu Humankapital, d.h. zu spezifischen Kompetenzen, die ihr internes Know-how ergänzen (62,8%) (Tabelle B 9.4). Danach folgen der Zugang zu Forschungsergebnissen – hier ist ein Rückgang um 4,2 Prozentpunkte zu verzeichnen – und finanzielle Motive, die seit der Erhebung 2005 bis 2010 deutlich an Bedeutung verloren haben. Ebenfalls wurden institutionelle und organisatorische Motive genannt, die jedoch etwas weniger bedeutsam sind.

9.5 Hemmnisse für den WTT der Schweizer Unternehmen

Die von allen Unternehmen (WTT-aktive und -inaktive) am häufigsten erwähnten Hemmnisse betreffen interne Faktoren. 38,6% der befragten Unternehmen geben an, dass fehlendes Interesse und mangelnde Ressourcen (Personal, technische Ausrüstung usw.) sie daran hindern, sich an WTT-Aktivitäten zu beteiligen (Tabelle B 9.5). 27,1% orten einen Mangel an Personal, das auf den WTT spezialisiert ist, sowie fehlendes unternehmerisches Denken seitens der Hochschulen. Diese Unternehmen bemängeln auch, dass die Ausrichtung der an den FH geführten Forschung nicht ihren Interessen entspreche und dass sich die Ergebnisse aus solchen Kooperationen schwer vermarkten liessen. 29,7% der befragten Unternehmen scheuen davor zurück, WTT zu betreiben. Gründe dafür sind Unsicherheiten in Bezug auf den wirtschaftlichen Erfolg und damit verbunden die Kosten und Risiken (Mangel an Vertraulichkeit und Exklusivität) einer entsprechenden Zusammenarbeit (Tabelle B 9.5).

Für sämtliche Wirtschaftssektoren (Industrie, Bau und Dienstleistungen) stellen fehlende Voraussetzungen auf Seiten der Unternehmen das Haupthindernis für den WTT dar (Tabelle B 9.5). Die Dienstleistungsanbieter scheinen jedoch über mehr interne Ressourcen zu verfügen und leichter angemessene Partner für ihre WTT-Aktivitäten zu finden als die industriellen Unternehmen (Tabelle B 9.5). Externe Faktoren (organisatorische bzw. institutionelle Hemmnisse) sowie fehlende Informationen bei der Suche nach

geeigneten Partnern werden ebenfalls von allen Unternehmen als relevante Hemmnisse wahrgenommen, aber etwas weniger hoch gewichtet.

Fehlende unternehmensinterne Ressourcen stellen sowohl für die Lowtech- als auch die Hightech-Industrie ein Hemmnis dar (Tabelle B 9.5). Für die Hightech-Industrie sprechen vor allem Risiken in Zusammenhang mit der Vertraulichkeit, Exklusivität, Erfolgsgarantie und der möglicherweise hohen Kosten gegen WTT-Aktivitäten.

Während für KMU die mangelnden internen Voraussetzungen das grösste Hindernis sind, erachten Grossunternehmen vor allem die Voraussetzungen auf Seiten der Hochschulen als ungenügend. Sie beteiligen sich wegen der Kosten und Risiken einer solchen Zusammenarbeit weniger an WTT-Aktivitäten (Tabelle B 9.5).

Gegenüber der Periode 2005 bis 2010 und noch früheren Perioden haben sich die Voraussetzungen sämtlicher Unternehmen sowie der Hochschulen zur Beteiligung an WTT-Aktivitäten verbessert (Tabelle B 9.5).

9.6 Zusammenarbeit zwischen innovierenden Unternehmen und Hochschulen

Anhand der Community Innovation Survey (CIS) der Europäischen Union lässt sich die Zusammenarbeit der innovierenden Unternehmen mit Hochschulen messen. Auf europäischer Ebene werden die Innovationstätigkeiten im weiteren Sinne erhoben, während sich die schweizerische Erhebung ausschliesslich auf die F&E-Tätigkeiten konzentriert.⁴ Folglich weist die Schweiz für diesen Indikator deutlich tiefere Werte aus.

Dennoch liegt die Schweiz mit einem Anteil von 11% der innovierenden Unternehmen, die mit Hochschulen zusammenarbeiten (ausschliesslich im Rahmen von F&E-Aktivitäten), vor den Niederlanden (9%) und Italien (6%) (Abbildung B 9.6). Auf europäischer Ebene verzeichnen die innovierenden Unternehmen im Vereinigten Königreich (27%), in Finnland (23%) und Österreich (23%) die meisten Kooperationen mit Hochschulen. Die übrigen Länder erreichen Werte zwischen 13% und 16%.

Der Anteil steigt in der Schweiz seit der Periode 2008 bis 2010 kontinuierlich an (Abbildung B 9.6).

⁴ Zu den Innovationsaktivitäten im weiteren Sinne gemäss Community Innovation Survey (CIS) gehören nicht nur die F&E-Aktivitäten der Unternehmen und die in Auftrag gegebenen F&E-Aktivitäten, sondern auch der Erwerb von Maschinen, Ausrüstungen, Software und Gebäuden zur Entwicklung von Innovationen; der Erwerb von Wissen und urheberrechtlich geschützten Erfindungen; interne oder externe Ausbildungen, die spezifisch auf die Entwicklung und / oder Einführung von Innovationen ausgerichtet sind; interne oder ausgelagerte Aktivitäten zur Markteinführung von Innovationen (einschliesslich Marktstudien und Werbung); interne und ausgelagerte Aktivitäten im Bereich Design (Änderung der Form, des Erscheinungsbilds) sowie alle anderen internen oder ausgelagerten Aktivitäten zur Umsetzung von Innovationen wie beispielsweise Machbarkeitsstudien.

Abbildung B 9.1: Häufigkeit von Wissens- und Technologietransfer in der Schweiz

in % der Unternehmen	Umfrage 2005		Umfrage 2011		Umfrage 2018	
	vor 2005 In- und ausländische Hochschulen	2002–2004 Inländische Hochschulen	2005–2010 In- und ausländische Hochschulen	2008–2010 Inländische Hochschulen	2012–2017 In- und ausländische Hochschulen	2015–2017 Inländische Hochschulen
Sektor						
Industrie	27,1	21,7	27,4	24,5	40,3	37,2
Bau	14,2	10,1	4,4	4,3	20,5	18,2
Dienstleistungen	35,1	29,1	28,5	26,7	23,2	21,0
Teilsektor						
Hightech-Industrie	37,0	29,5	48,6	45,0	50,4	46,1
Lowtech-Industrie	22,8	18,2	17,3	14,7	35,9	33,3
Moderne Dienstleistungen	34,4	28,2	36,6	35,2	36,4	33,9
Traditionelle Dienstleistungen	35,9	30,2	15,1	12,8	13,8	11,9
Grössenklasse						
Klein (<50 Beschäftigte)	25,1	19,4	17,1	16,2	22,9	20,9
Mittel (50–249 Beschäftigte)	37,7	33,7	39,7	34,7	36,7	32,4
Gross (>= 250 Beschäftigte)	47,1	44,9	59,3	57,4	67,4	66,5
Total*	27,6	22,2	22,9	21,1	26,1	23,8

Hightech-Industrie: Chemie, Pharma, Maschinen, Elektrotechnik, Elektronik / Instrumente, Medizinaltechnik, Uhren, Fahrzeuge

Lowtech-Industrie: Nahrungsmittel / Genussmittel, Textil / Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kunststoffe, Steine und Erden, Metallherstellung, Metallserzeugnisse, Reparatur, Energie, Wasser / Umwelt, Sonstige Industrie

Moderne Dienstleistungen: Telekommunikation, Medien, Informationstechnologie, Banken / Versicherungen, Technische Unternehmensdienstleistungen und F&E, Nichttechnische Unternehmensdienstleistungen

Traditionelle Dienstleistungen: Grosshandel, Detailhandel, Gastgewerbe, Verkehr / Logistik, Immobilien / Vermietung, Persönliche Dienstleistungen

*Total = alle Unternehmen zusammengenommen

Quelle: KOF

Abbildung B 9.2: Formen von Wissens- und Technologietransfer in der Schweiz

in % der WTT-aktiven Unternehmen	vor 2005	2005–2010	2012–2017
Informelle Kontakte	56,9	63,0	51,6
Infrastruktur	12,5	15,2	13,2
Bildung und Mobilität	52,6	60,0	49,7
Forschung	17,7	18,2	14,9
Beratung	15,2	16,0	13,7

Anteil der WTT-aktiven Unternehmen, die in mindestens einer Subkategorie der fünf aufgelisteten Formen auf einer fünfstufigen Skala den Wert 4 oder 5 (grosse oder sehr grosse Bedeutung) gewählt haben.

Quelle: KOF

Abbildung B 9.3: Partnerwahl für Wissens- und Technologietransfer in der Schweiz

in % der WTT-aktiven Unternehmen	vor 2005	2005–2010	2012–2017
ETH-Bereich	62,3	72,6	64,8
Kantonale Universitäten	41,2	42,8	33,0
Fachhochschulen	60,8	71,0	66,3

ETH-Bereich: ETH Zürich, EPFL, PSI, WSL, Empa, Eawag

Anteil der WTT-aktiven Unternehmen, die mit mindestens einer Institution innerhalb des jeweiligen Bereichs Wissenstransfer betrieben haben.

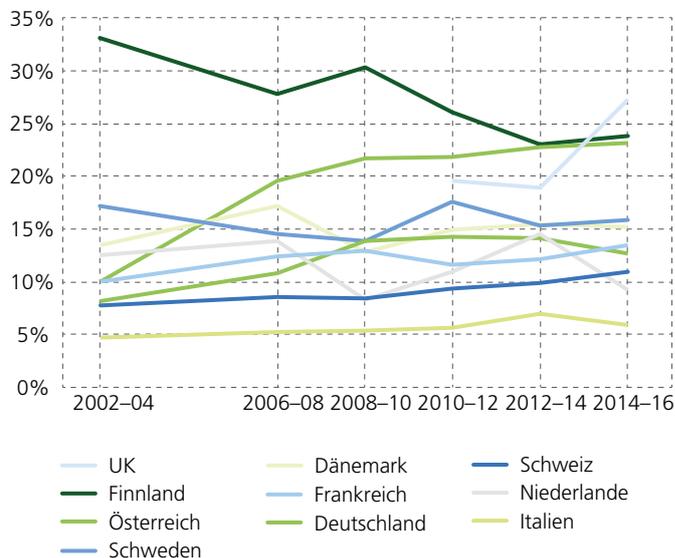
Quelle: KOF

Abbildung B 9.4: Motive für Wissens- und Technologietransfer in der Schweiz

in % der WTT-aktiven Unternehmen	vor 2005	2005–2010	2012–2017
Zugang zu Humankapital	65,8	65,5	62,8
Zugang zu Forschungsergebnissen	29,0	29,8	34,0
Finanzielle Motive	41,3	33,8	26,3
Institutionelle / organisatorische Motive	18,0	22,0	19,4

Anteil der WTT-aktiven Unternehmen, die in mindestens einer Subkategorie der vier aufgelisteten Motive auf einer fünfstufigen Skala den Wert 4 oder 5 (grosse oder sehr grosse Bedeutung) gewählt haben.
Quelle: KOF

Abbildung B 9.6: Anteil der innovierenden Unternehmen, die mit Hochschulen kooperieren, an sämtlichen innovierenden Unternehmen, 2002–2016



Basierend auf Firmen mit Produkt- und / oder Prozessinnovationen (10 oder mehr Vollzeitäquivalenten)
Eurostat-Daten beziehen sich auf Innovationskooperationen, diejenigen der Schweiz auf F&E Kooperationen.
Eurostat-Daten sind nur für die europäischen Referenzländer verfügbar.
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 9.5: Hemmnisse für Wissens- und Technologietransfer in der Schweiz, 2018

in % der Unternehmen	Fehlende Voraussetzungen auf Seiten der ...		Kosten, Risiken	Fehlende Information	Organisatorische bzw. institutionelle Hemmnisse
	Unternehmung	Hochschule			
Sektor					
Industrie	44,2	33,8	39,9	25,5	30,7
Bau	43,6	36,7	35,5	14,4	24,0
Dienstleistungen	35,8	23,0	25,3	13,9	15,7
Teilsektor					
Hightech-Industrie	41,4	33,7	47,7	25,2	33,3
Lowtech-Industrie	45,4	33,9	36,6	25,7	29,6
Moderne Dienstleistungen	38,4	28,4	29,5	18,7	20,5
Traditionelle Dienstleistungen	33,9	19,1	22,3	10,5	12,3
Grössenklasse					
Klein (< 50 Beschäftigte)	37,5	26,1	28,9	14,5	19,2
Mittel (50-249 Beschäftigte)	45,3	30,5	31,8	23,0	22,5
Gross (>= 250 Beschäftigte)	29,3	39,9	43,0	31,1	24,8
Total* 2012–2017	38,6	27,1	29,7	16,3	19,9
Total* 2005–2010	49,0	35,7	36,8	18,9	23,0
Total* vor 2005	49,2	42,0	42,4	24,1	24,5

Anteil aller (WTT-aktive und WTT-inaktive) Unternehmen, die in mindestens einer Subkategorie der fünf aufgelisteten Hemmnisse auf einer fünfstufigen Skala den Wert 4 oder 5 (grosse oder sehr grosse Bedeutung) gewählt haben.

*Total = alle Unternehmen zusammengenommen

Quelle: KOF

10 Unternehmertum

Jungunternehmen bieten neue oder verbesserte Produkte sowie bereits etablierten Unternehmen spezifische Unterstützung an. Sie erhöhen allgemein die Produktionskapazitäten eines Landes, verstärken den Wettbewerb und schaffen neue Arbeitsplätze.

Einige dieser neugegründeten Unternehmen nutzen hochspezialisierte, wissenschaftliche und technologische Methoden, um innovative Produkte und Verfahren anzubieten. Sie verfolgen entsprechend ambitionierte Wachstumspläne. Auch sind sie in der Lage, in erheblichem Umfang in- und ausländisches Kapital anzuziehen.

Die in diesem Kapitel aufgeführten Indikatoren bezwecken das Erfassen der in der Schweiz gegebenen Voraussetzungen, welche die Gründung von Jungunternehmen unterstützen. Obwohl fast die Hälfte der Erwerbstätigen in der Schweiz angeben, unternehmerische Möglichkeiten wahrzunehmen, überlegen es sich weniger als 10 %, den Schritt zu wagen, ein Unternehmen zu gründen. Eine grosse Mehrheit ist der Meinung, dass sie nicht über die erforderlichen Qualifikationen verfügt. Ähnlich wie in andern Ländern ist auch in der Schweiz die Angst vor dem Scheitern relativ hoch. Auch wird Unternehmertum in der Schweiz weniger als gute Karrierewahl gesehen als in den Referenzländern. Abgesehen vom Zugang zu den finanziellen Ressourcen sind die Rahmenbedingungen in der Schweiz für die Gründung von Jungunternehmen gut.

10.1 Aktivitäten zur Unternehmensgründung

Gemäss Global Entrepreneurship Monitor 2018 / 2019 (GEM)¹ haben 7,4 % der Erwerbspersonen (18- bis 64-Jährige) in der Schweiz 2018 eine unternehmerische Tätigkeit aufgenommen (Abbildung B 10.1).² Stärker unternehmerisch ausgerichtet ist die Bevölkerung in den USA (15,6 %), in Südkorea (14,7 %) und in Israel (12,8 %). Die Schweiz schneidet besser ab als die Nachbarländer Frankreich, Deutschland und Italien.

Seit 2016 ist die Unternehmensgründungsrate in Österreich, in den Niederlanden, in Israel, in den USA und vor allem in Südkorea angestiegen. In der Schweiz ist sie hingegen rückläufig (Abbildung B 10.1).

Unternehmensgründungsraten nach Altersgruppen

In der Schweiz sind es vor allem die 25- bis 34-Jährigen (10,5 %) und die 45- bis 54-Jährigen (9,6 %), die am ehesten eine unternehmerische Tätigkeit aufnehmen. In beiden Altersgruppen liegt die Schweiz im Mittelfeld der Referenzländer (Abbildung B 10.2).

¹ In der Schweiz wurde die Erhebung von der Hochschule für Wirtschaft Freiburg und der Fachhochschule der italienischen Schweiz SUPSI gemeinsam bei 2448 Personen durchgeführt. Die Umfrageresultate wurden durch 36 Experteninterviews ergänzt. Für detailliertere Informationen siehe «Global Entrepreneurship Monitor 2018 / 2019, Report on Switzerland».

² Seit 2013 werden in der Schweiz jedes Jahr im Durchschnitt 39 600 Unternehmen gegründet, von denen fast 38 800 weniger als fünf Angestellte beschäftigen. Rund 90 % dieser Unternehmen sind im tertiären Sektor tätig (BFS, 2018a).

Unternehmensgründungsrate von Frauen

In den meisten berücksichtigten Ländern ist die Zahl der Frauen, die unternehmerisch tätig sind, tiefer als jene der Männer. 2018 haben in der Schweiz 4,7 % der Frauen im Erwerbsalter (18- bis 64-Jährige) ein neues Unternehmen gegründet oder geleitet. Bei den Männern sind es 10 % (Abbildung B 10.3).

Während in der Schweiz das Verhältnis zwischen Unternehmern und Unternehmerinnen 2:1 beträgt, ist das Verhältnis in China, in den USA, in Frankreich und in Südkorea etwas ausgeglichener (1,2 bis 1,4 Männer auf eine Frau).

10.2 Unternehmerische Einstellung

Mit dem Global Entrepreneurship Monitor wird auch gemessen, inwieweit persönliche Eigenschaften für die Aufnahme einer unternehmerischen Tätigkeit vorhanden sind und welche sozialen Werte mit dem Unternehmertum in Verbindung gebracht werden. Beim Vergleich der Werte verschiedener Länder ist es wichtig, die Daten in einen Kontext zu stellen. Insbesondere kulturelle Unterschiede und Konjunkturzyklen haben einen starken Einfluss auf die Wahrnehmung.

Persönliche Eigenschaften

2018 erkannten 46 % der Erwerbsbevölkerung (18-64-Jährige) in der Schweiz in ihrem unmittelbaren Umfeld eine Chance auf die Gründung eines Unternehmens. Dieser Wert ist höher als in sechs Vergleichsländern, aber deutlich tiefer als in Schweden (82 %), in den USA (70 %) und in den Niederlanden (67 %) (Tabelle B 10.4).

In der Schweiz ist über ein Drittel der Erwerbsbevölkerung der Ansicht, über die notwendigen Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen für die Gründung eines Unternehmens zu verfügen. Unter den Vergleichsländern ist dies einer der tiefsten Anteile. In den USA geht mehr als jeder zweite Erwerbstätige davon aus, die erforderlichen Fähigkeiten für die Gründung eines Unternehmens zu besitzen (Tabelle B 10.4).

Fast 40 % der Erwerbsbevölkerung in der Schweiz, die eine Chance zur Gründung eines Unternehmens erkennen, geben an, Angst vor dem Scheitern zu haben. In Südkorea ist dies nur bei einem Drittel der Personen der Fall. Dagegen gibt in Italien mehr als jede zweite Person an, sie habe Angst, dass ihr Projekt scheitern könnte.

Etwa 7 % der Erwerbstätigen in der Schweiz überlegen sich, in den nächsten drei Jahren ein Unternehmen zu gründen. Diese unternehmerischen Absichten sind viel weniger ausgeprägt als in Südkorea (31 %), Frankreich (19 %) und China (15 %) (Tabelle B 10.4).

Soziale Werte

Die Gründung eines Unternehmens als Karriereschritt wird in der Schweiz viel weniger in Betracht gezogen als in den Vergleichsländern: Etwa 50 % der Erwerbstätigen betrachten die Gründung eines eigenen Unternehmens als positiven Karriereentscheid. Demgegenüber halten 82 % der Erwerbsbevölkerung in den Niederlanden, 66 % in Israel und 64 % in Italien die Gründung eines Unternehmens für erstrebenswert (Tabelle B 10.4).

In der Schweiz sind mehr als zwei Drittel der Erwerbsbevölkerung der Ansicht, erfolgreiche Unternehmer hätten einen hohen sozialen Status. Dieser Wert ist in allen Vergleichsländern relativ hoch. Besonders hohe soziale Anerkennung geniessen etablierte Unternehmer in Israel (85 %), in den USA (79 %) und im Vereinigten Königreich (76 %) (Tabelle B 10.4).

10.3 Rahmenbedingungen für Gründungen

Der Global Entrepreneurship Monitor enthält einen Ländervergleich für Rahmenbedingungen für Gründungen. Dieser basiert auf den Antworten von Experten (Tabelle B 10.5).³

Gemäss der Expertengruppe bestehen in der Schweiz günstige rechtliche Rahmenbedingungen für den Markteintritt neuer KMU. Ausserdem können sich neue Unternehmen in offenen und stabilen Märkten entwickeln. Sie profitieren überdies von einem guten Zugang zu physischer Infrastruktur (z.B. Verkehrssystem) sowie zu qualitativ hochwertigen Dienstleistungen in den Bereichen Recht, Beratung, Buchführung und Schutz des geistigen Eigentums. Zudem beurteilt die Expertengruppe das Steuer- und Verwaltungssystem sowie das Sozialversicherungsrecht für neue KMU als verhältnismässig günstig (Tabelle B 10.5).

In der Schweiz erhalten Unternehmen, und insbesondere neugegründete Unternehmen, keine direkte Unterstützung seitens der öffentlichen Hand. Die Expertengruppe weist jedoch darauf hin, dass Jungunternehmen auf nationale und regionale Unterstützungsprogramme zurückgreifen können (Tabelle B 10.5).

Die Expertengruppe ortet hingegen Verbesserungspotenzial unter anderem beim Zugang zu Finanzmitteln für die Unternehmensgründung. Diesbezüglich liegt die Schweiz gemäss dem GEM-Index auf dem letzten Rang der Vergleichsländer (Tabelle B 10.5).

10.4 Zugang zu Finanzmitteln

Der eingeschränkte Zugang zu Krediten für Unternehmen in der Schweiz wird auch durch die «Doing Business» Studie der Weltbank bestätigt. In den USA, im Vereinigten Königreich und in Singapur ist es für Unternehmen verhältnismässig einfacher, einen Kredit zu erhalten (Abbildung B 10.6).

Innovative Jungunternehmen werden weltweit in der Startphase zunehmend auch mit Kapital von Investorennetzwerken unterstützt, die sich am Projektrisiko beteiligen. Risikokapitalinvestoren (Venture Capitalists) stellen für die Gründung und die erste Entwicklungsphase innovativer Jungunternehmen zudem auch ihr Netzwerk und ihre Erfahrung zur Verfügung.

Im Jahr 2017 lag der Anteil der Risikokapitalinvestitionen am BIP in den meisten Vergleichsländern zwischen 0,03 % und 0,08 % (Abbildung B 10.7). Mit einem Anteil von 0,4 % am BIP lagen die USA unangefochten an der Spitze, gefolgt von Israel (0,38 %). Die Schweiz weist eine Rate von 0,043 % des BIP auf, von denen drei Viertel in die Anlaufphase investiert werden (Abbildung B 10.7).

³ Zu dieser Gruppe von 36 Experten gehören Unternehmer, öffentliche Verantwortliche (Wirtschaftsförderung und Bildung) und Leiter von Finanzierungsagenturen. Sie haben den einzelnen Indikatoren einen Wert von 1, wenn die betreffende Rahmenbedingung unterentwickelt / von schlechter Qualität ist, und einen Wert von 9 gegeben, wenn die Rahmenbedingung hoch entwickelt und von sehr guter Qualität ist.

Risikokapitalmarkt in der Schweiz

2018 haben schweizerische und ausländische Investoren 1,24 Mrd. CHF in Schweizer Start-ups investiert (Heimann et al., 2019). Gegenüber 2017 (938 Mio. CHF) entspricht dies einer Steigerung um 31,8%.

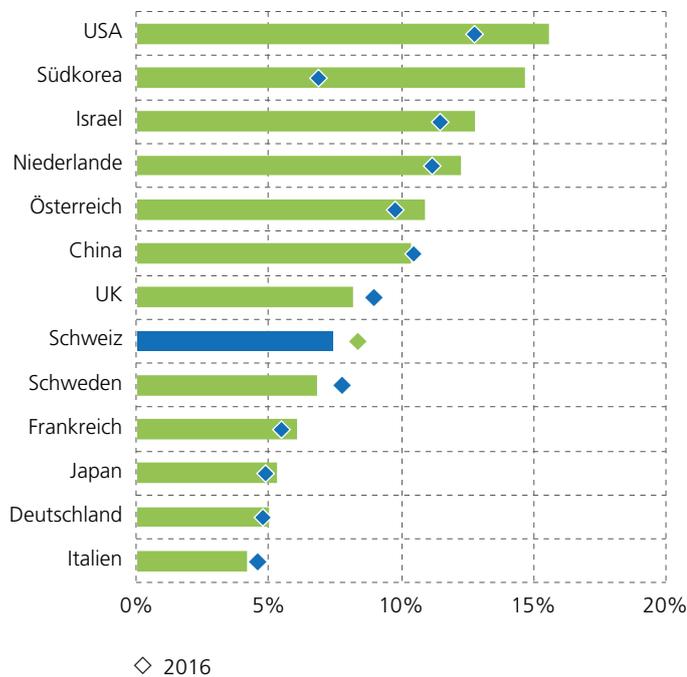
Im Bereich der IKT sind die Risikokapitalinvestitionen am höchsten (685 Mio. CHF). Sie haben sich seit 2017 mehr als verdoppelt (Zunahme um 123,6%). In der Biotechnologie verringerten sich diese Investitionen seit 2017 um 43%. 2018 beliefen sie sich auf 252,6 Mio. CHF. Im Medtech-Sektor erhöhten sie sich seit 2017 um 41,9% und erreichten 2018 ein Volumen von 122,9 Mio. CHF.

2018 weisen die Kantone Zürich (515,2 Mio. CHF, davon 248,3 Mio. CHF in IKT), Waadt (267,5 Mio. CHF, davon 137,6 Mio. CHF in IKT), Zug (171,8 Mio. CHF, davon 103,1 Mio. CHF in FinTech), Basel-Stadt (142,1 Mio. CHF, davon 123,2 Mio. CHF in Biotech) und Genf (71,1 Mio. CHF, davon 24,2 Mio. CHF in Biotech) die höchsten Investitionen auf.

Die Studien des Swiss Venture Capital Report zeigen, dass der Kanton Waadt seit 2013 im Bereich Risikokapital führend ist (Gesamtinvestitionen in Höhe von 1,49 Mrd. CHF). Er liegt vor den Kantonen Zürich (1,31 Mrd. CHF) und Basel-Stadt (485,4 Mio. CHF).

Auch die Anzahl der Kapitalerhöhungen pro Jahr steigt in der Schweiz laufend an: 151 im 2016, 175 im 2017 und 230 im 2018. Dies unterstreicht die zunehmende Reife dieses Systems. 2018 entfielen 56% des gesamten Investitionsvolumens auf die 20 grössten Finanzierungsrunden.⁴ 2012 lag der entsprechende Anteil noch bei 82%. Dieser deutliche Rückgang zeigt, dass die ausschliesslich in Grossprojekte getätigten Investitionen rückläufig sind und zunehmend kleine Beträge in mehrere Projekte investiert werden (Heimann et al., 2019).

Abbildung B 10.1: Unternehmensgründungsquoten, 2018



Anteil der 18- bis 64-Jährigen, die ein neues Unternehmen gegründet haben oder leiten (das seit 3 bis 42 Monaten besteht).

Ausnahme zum Referenzjahr 2018: Israel (2017)

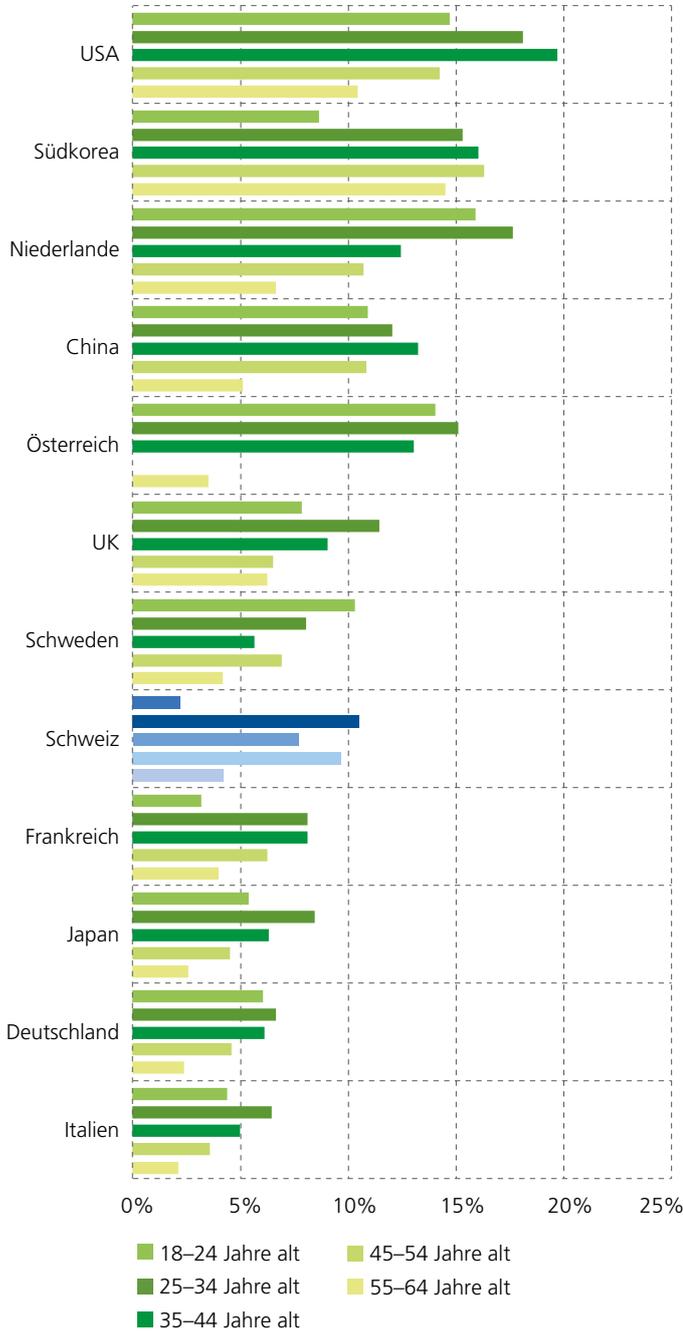
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Japan (2017)

Keine Daten verfügbar: Dänemark, Finnland, Norwegen, Singapur

Quelle: GEM

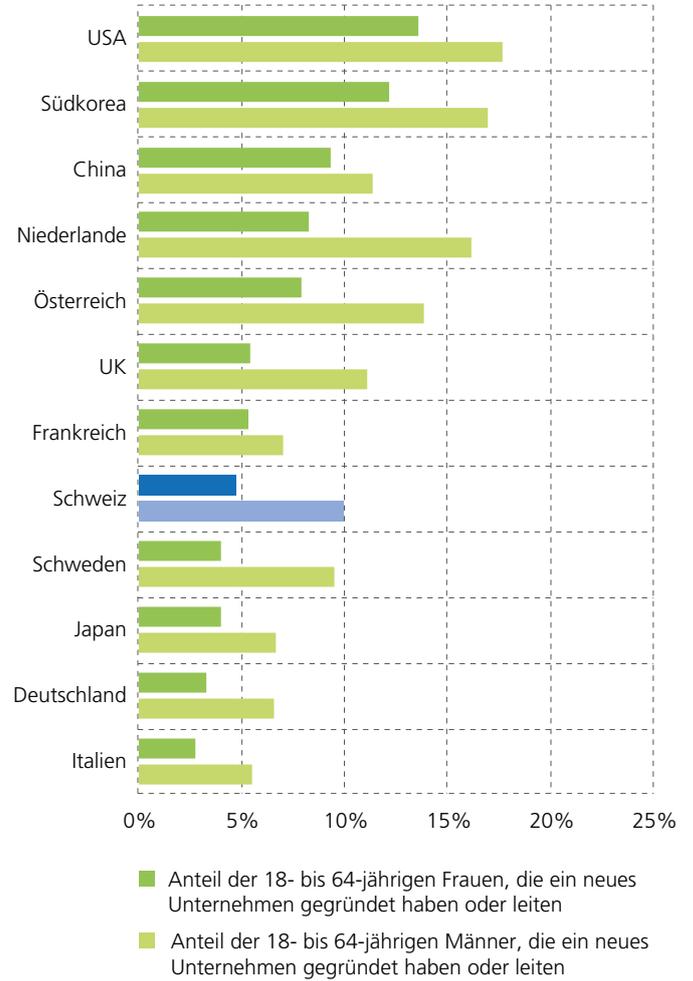
⁴ Eine abgeschlossene Finanzierungsrunde führt zu einer Erhöhung der Kapitaleinlagen eines Unternehmens durch Investoren.

Abbildung B 10.2: Rate der Neugründungen nach Altersgruppen, 2018



Keine Daten für die Altersgruppe 45-54 Jahre verfügbar: Österreich
 Keine Daten verfügbar: Dänemark, Finnland, Israel, Norwegen, Singapur
 Quelle: GEM

Abbildung B 10.3: Anteil der Frauen, die ein neues Unternehmen gegründet haben oder leiten, 2018



Neues Unternehmen: seit 3 bis 42 Monaten existierend
 Keine Daten verfügbar: Dänemark, Finnland, Israel, Norwegen, Singapur
 Quelle: GEM

Abbildung B 10.4: Persönliche Eigenschaften und Wahrnehmung von Unternehmertum, 2018

Individuelle Eigenschaften

Wahrgenommene Chancen		Wahrgenommene Fähigkeiten		Angst vor dem Scheitern		Unternehmerische Ambitionen	
Schweden	82	USA	56	Südkorea	33	Südkorea	31
USA	70	Südkorea	50	Niederlande	35	Frankreich	19
Niederlande	67	Österreich	48	Deutschland	35	China	15
Israel	56	UK	47	USA	35	USA	12
Österreich	47	Niederlande	46	Österreich	37	Österreich	12
Südkorea	46	Israel	42	Frankreich	37	Schweden	10
Schweiz	46	Schweden	38	Schweden	37	Italien	9
UK	44	Deutschland	38	UK	38	Niederlande	8
Deutschland	42	Frankreich	38	Schweiz	40	UK	7
China	35	Schweiz	36	China	42	Schweiz	7
Frankreich	35	Italien	30	Japan	46	Deutschland	6
Italien	35	China	24	Israel	48	Japan	5
Japan	8	Japan	10	Italien	52	Israel	–

Soziale Werte

Unternehmertum als gute Berufswahl		Hoher sozialer Status der Unternehmer	
Niederlande	82	Israel	85
Israel	66	USA	79
Italien	64	UK	76
USA	63	Österreich	75
China	61	Deutschland	75
Frankreich	58	Italien	75
UK	56	Schweden	72
Südkorea	53	Frankreich	72
Österreich	50	Südkorea	70
Deutschland	50	Schweiz	70
Schweden	49	China	69
Schweiz	47	Niederlande	63
Japan	23	Japan	52

In Prozent der Stellungnahmen der 18- bis 64-Jährigen
Keine Daten verfügbar: Dänemark, Finnland, Norwegen, Singapur
Quelle: GEM

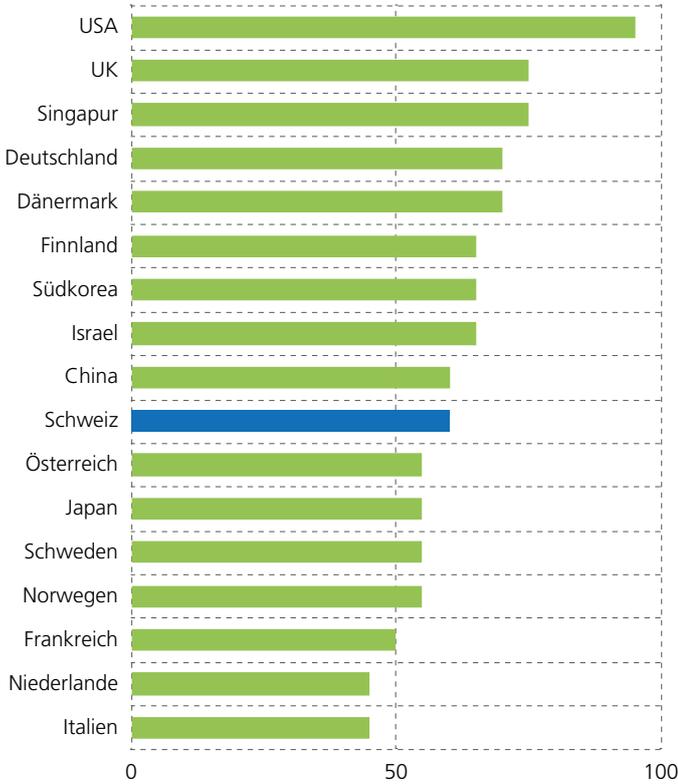
Abbildung B 10.5: Rahmenbedingungen des Unternehmertums, 2018

Keine rechtlichen (Markt-) Eintrittsbarrieren vorhanden		Offene und stabile Märkte (reversed score)		Zugang zu physischer Infrastruktur und Dienstleistungen		Zugang zu Rechts- und Geschäftsinfrastruktur	
Niederlande	5,9	Frankreich	4,3	Schweiz	7,9	Niederlande	6,1
Österreich	5,7	Schweiz	4,5	Niederlande	7,7	Österreich	6,1
Deutschland	5,1	Österreich	4,5	Frankreich	7,7	USA	5,9
Schweden	4,9	Israel	4,7	Österreich	7,6	Schweiz	5,8
Schweiz	4,8	UK	4,9	China	7,4	Deutschland	5,7
USA	4,7	Italien	5,0	Japan	7,3	Israel	5,7
Ø GEM-13	4,6	Deutschland	5,1	Schweden	7,2	Frankreich	5,3
Japan	4,5	Niederlande	5,3	USA	7,1	Ø GEM-13	5,2
UK	4,4	Ø GEM-13	5,4	Israel	6,9	UK	5,2
China	4,4	USA	5,5	Ø GEM-13	6,9	Schweden	5,0
Italien	4,3	Schweden	5,8	Südkorea	6,7	Japan	4,4
Frankreich	3,9	China	6,7	Deutschland	6,1	Italien	4,3
Südkorea	3,8	Japan	7,0	UK	5,6	Südkorea	4,3
Israel	3,7	Südkorea	7,2	Italien	5,0	China	4,2

Steuern, Bürokratie, Arbeitsmarktregulierung und Sozialversicherungsrecht für KMU		Priorität der staatlichen Politik zur Unterstützung neuer Unternehmen		Nationale und regionale Programme zur Unterstützung neuer Unternehmen		Finanzielles Umfeld	
Niederlande	5,4	Südkorea	6,1	Österreich	6,2	USA	6,0
Frankreich	5,3	Frankreich	5,9	Deutschland	5,8	Niederlande	5,9
UK	4,9	Niederlande	5,4	Niederlande	5,7	Israel	5,3
Schweiz	4,8	Japan	5,4	Schweiz	5,7	Österreich	5,0
USA	4,7	China	4,8	Frankreich	5,6	UK	5,0
China	4,6	Österreich	4,7	Südkorea	5,2	Ø GEM-13	5,0
Südkorea	4,5	Ø GEM-13	4,6	Ø GEM-13	4,9	Japan	5,0
Deutschland	4,3	Schweiz	4,6	Schweden	4,8	Schweden	4,8
Ø GEM-13	4,3	Deutschland	4,3	China	4,5	Deutschland	4,8
Japan	4,0	USA	4,2	Japan	4,4	Frankreich	4,7
Österreich	4,0	Italien	4,0	USA	4,4	Südkorea	4,7
Schweden	3,7	Schweden	4,0	UK	4,0	Italien	4,6
Italien	3,1	Israel	3,7	Israel	4,0	China	4,6
Israel	2,6	UK	3,4	Italien	3,9	Schweiz	4,6

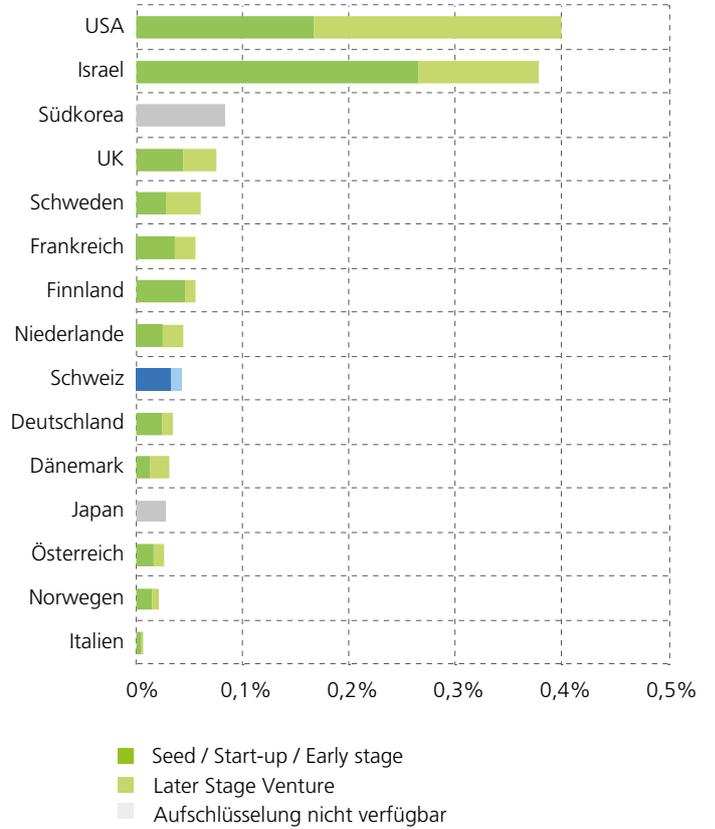
Auf der Grundlage der Stellungnahmen der in jedem Land konsultierten Experten
 Der Wert von 1 zeigt eine sehr unterentwickelte Rahmenbedingung an, der Wert von 9 eine sehr entwickelte Rahmenbedingung.
 Ø GEM-13: Durchschnitt der in der Umfrage GEM 2018 / 2019 untersuchten Referenzländer
 Keine Daten verfügbar: Dänemark, Finnland, Norwegen, Singapur
 Quelle: GEM

Abbildung B 10.6: Möglichkeit der Kreditbeschaffung, 2018



0: sehr schwieriger Zugang zu Krediten
100: sehr einfacher Zugang zu Krediten
Dieser Indikator stützt sich auf zwei Indizes: den Index für die Garantiesicherheit, bei dem untersucht wird, ob bestimmte Massnahmen zur Darlehensförderung in den Gesetzen über Verpfändung und Konkurs vorgesehen sind, und den Index für die Informationsdichte im Bereich Schulden, der die Regeln und Praktiken betreffend Umfang, Zugänglichkeit und Qualität der Kreditinformationen evaluiert, die in den Kreditbüros und -registern erhältlich sind.
Quelle: Weltbank

Abbildung B 10.7: Risikokapitalinvestitionen in Prozent des BIP, 2017



Ausnahmen zum Referenzjahr 2017: Israel (2014), Japan (2016)
Keine Daten verfügbar: China, Singapur
Quelle: OECD

11 Innovationsaktivitäten der Unternehmen

Die bisherigen Kapitel widmeten sich mehrheitlich der Frage, ob die erforderlichen Rahmenbedingungen für die Forschungs- und Innovationsaktivitäten vorhanden sind und welche Mittel und Instrumente zu deren Unterstützung investiert bzw. geschaffen wurden (Inputindikatoren). Anhand der Produktion wissenschaftlicher Artikel (Kapitel 6) und der Patentanmeldungen (Kapitel 7) lässt sich der Erfolg dieser Bemühungen zumindest teilweise abschätzen. Darüber hinaus gilt es zu prüfen, ob sich die Unternehmen die erzielten Fortschritte in Form innovativer Produkte und / oder Prozesse zunutze machen können (Outputindikatoren).¹

Gemäss der letzten Erhebung zu den Innovationsaktivitäten der Schweizer Unternehmen von 2018 sinkt der Anteil der Unternehmen mit Innovationen. Dies trifft sowohl auf die Industrie zu als auch auf den Dienstleistungssektor.² Zudem bringen die Schweizer Unternehmen weniger Marktneuheiten hervor, als dies in den meisten Vergleichsländern der Fall ist. Im Durchschnitt werden 15 bis 20 % des Umsatzes von Schweizer Unternehmen im Industrie- und im Dienstleistungssektor mit der Vermarktung von Gütern oder Dienstleistungen erzielt, die nur für das Unternehmen neu sind, während effektive Neuheiten für den Markt nur 1 % bis 8 % des Umsatzes ausmachen. Nur wenige Schweizer Unternehmen mit Innovationen bringen also Produkte oder Dienstleistungen hervor, die bisher auf dem Markt noch nicht existiert haben.

11.1 Unternehmen mit Innovationen

Gemäss Global Entrepreneurship Monitor 2018 / 2019 hat ein Drittel der Schweizer Jungunternehmen bei ihrem Markteinstieg mindestens ein neues Produkt für den Markt oder ein von wenig Unternehmen angebotenes Produkt lanciert (Abbildung B 11.1). Bei den österreichischen Jungunternehmen sind es 37 %, womit das Land unter den Vergleichsländern die Führung innehat.

Für 2016 gab etwas mehr als die Hälfte der Schweizer Industrieunternehmen (54,6 %) an, Produkt- und / oder Prozessinnovationen einzuführen (Abbildung B 11.2). Während die Schweiz 2014 mit einem Anteil von 60,2 % noch an der Spitze stand, liegt sie heute hinter Finnland (64,7 %), den Niederlanden (57,6 %) und Deutschland (56,6 %).

Ein Blick auf die 2000er Jahre zeigt einen markanten Rückgang in der Schweiz, Dänemark und Deutschland. In Finnland, den Niederlanden und Italien ist der Anteil der Industrieunternehmen mit Innovationen hingegen in den letzten Jahren deutlich gestiegen.

Im Dienstleistungssektor zeigt sich etwa dasselbe Bild (Abbildung B 11.3). Bei der letzten Erhebung (2014) betrug der Anteil der Dienstleistungsunternehmen mit Innovationen 46,9 %, was der Schweiz gemeinsam mit Deutschland den ersten Platz unter den Vergleichsländern einbrachte. 2016 lag der Wert bei 44,2 %.

Während Finnland und die Niederlande auch im Bereich der Dienstleistungen eine Zunahme verzeichnen, ist der Anteil in der Schweiz seit den 2000er Jahren um 25 Prozentpunkte gesunken. Darüber hinaus sind die Unterschiede zwischen den Ländern sowohl in der Industrie als auch im Dienstleistungssektor deutlich kleiner geworden.

11.2 Umsatz im Zusammenhang mit Innovationen

Wie erfolgreich die Innovationsbemühungen von Unternehmen sind, lässt sich anhand des Anteils der Produktinnovationen an ihrem Umsatz abschätzen.

Mit einem Anteil innovativer Produkte am Umsatz von 26,4 % stehen die deutschen Industrieunternehmen an der Spitze der Vergleichsländer. In der Schweiz beläuft sich dieser Anteil auf 22,6 % (Abbildung B 11.4). Bei den Schweizer Unternehmen im Dienstleistungssektor werden 21,9 % des Umsatzes durch die Vermarktung innovativer Dienstleistungen generiert. Hier schneiden nur die italienischen Unternehmen besser ab (23,1 %).

Grossunternehmen

Bei den Grossunternehmen in der Schweizer Industrie (250 Angestellte und mehr) entfallen 22,4 % des Umsatzes auf innovative Produkte. Damit platziert sich die Schweiz im Mittelfeld. Die industriellen Grossunternehmen in Österreich, Deutschland und den Niederlanden verzeichnen Werte über 25 % (Abbildung B 11.5).

Auf die innovativen Dienstleistungen entfällt in den Schweizer Grossunternehmen ein Umsatzanteil von 18,8 %. Hier ist der Anteil einzig in Italien noch höher (20,8 %).

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

Bei den grossen Schweizer KMU in der Industrie (50 bis 249 Angestellte) machen die innovativen Produkte 20,4 % des Umsatzes aus (Abbildung B 11.6). Die grossen industriellen KMU in Dänemark verzeichnen den höchsten Anteil (30,9 %), während Norwegen, Österreich, Deutschland und Finnland mit Werten unter 20 % hinten liegen.

¹ Meistens führen die Unternehmen neue Produkte gleichzeitig mit neuen Produktions-, Organisations- und Vermarktungsmethoden ein. Das vorliegende Kapitel bezieht sich jedoch hauptsächlich auf Produktinnovationen (Güter und Dienstleistungen). Studie 3 von Teil C wirft einen Blick auf die Dienstleistungsinnovationen.

² Die Community Innovation Survey (CIS) ermöglicht einen internationalen Vergleich der Innovationsaktivitäten der Unternehmen. In der Schweiz wird diese Erhebung im Auftrag des SBF von der Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich durchgeführt. Für eine detaillierte Analyse der Erhebungsergebnisse siehe den Bericht «Ergebnisse der Innovationserhebung 2016».

Der Umsatzanteil innovativer Produkte bei den grossen Schweizer KMU im Dienstleistungssektor fällt höher aus als jener in der Industrie. Mit einem Anteil von 25,8 % am Umsatz liegen die grossen KMU des Dienstleistungssektors hinter Italien (28 %) und den Niederlanden (26 %) in den Top 3.

Bei den kleinen Schweizer KMU (10 bis 49 Angestellte) liegt der Anteil der innovativen Produkte am Umsatz über 30 %, und zwar sowohl in der Industrie als auch im Dienstleistungssektor (Abbildung B 11.7). In der Industrie schneiden nur die kleinen KMU in Italien mit einem Anteil von 33,6 % besser ab. Bei den kleinen KMU im Dienstleistungssektor verzeichnet die Schweiz den höchsten Anteil unter den Vergleichsländern (32,8 %), deutlich vor den kleinen italienischen KMU (26,2 %).

11.3 Unternehmens- und Marktneuheiten

Ein innovatives Produkt kann entweder nur für das Unternehmen neu sein oder auch für den Markt. Neuheiten für den Markt weisen ein höheres Potenzial auf, da sie sich an ein grösseres Kundensegment richten und das Unternehmen sich damit bestehende Marktanteile sichert oder gar mehr Umsatz erzielt. Es lohnt sich, die Entwicklung der beiden Kategorien genauer zu untersuchen.

Industrie

Für die Unternehmen der Schweizer Industrie machen die Marktneuheiten 7,6 % des Gesamtumsatzes aus, während der Anteil der Unternehmensneuheiten 15 % beträgt (Abbildung B 11.8). Die innovativen Schweizer Unternehmen in der Industrie bemühen sich also stärker um die Optimierung bestehender Güter als um die Entwicklung von bisher unbekanntem Produkten für den Markt.

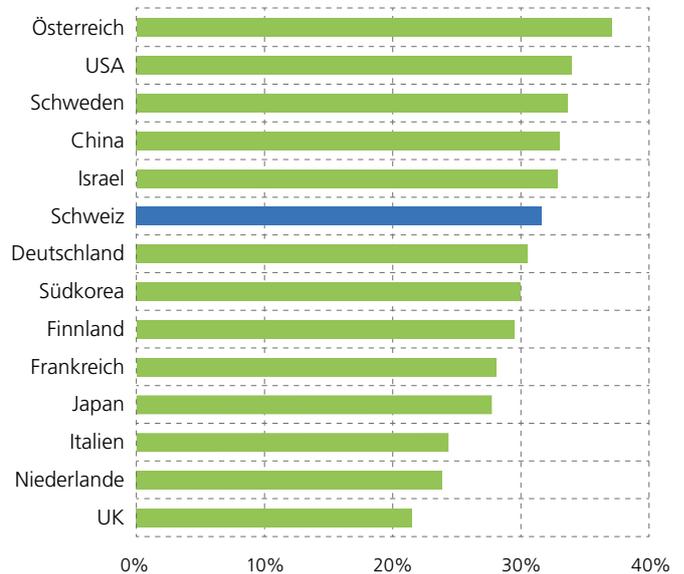
Bezogen auf die anderen Vergleichsländer liegt die Schweiz weit hinter den Niederlanden zurück, wo durchschnittlich 16,5 % des Umsatzes der industriellen Unternehmen durch die Vermarktung von Marktneuheiten erzielt werden. In Dänemark beträgt der Anteil 12,9 %, in Italien 12,6 % und in Frankreich 11,5 %.

Dienstleistungen

20,9 % des Umsatzes der Schweizer Unternehmen entfallen auf die Vermarktung von Dienstleistungen, die nur für das Unternehmen neu sind (Abbildung B 11.9). Lediglich 1 % des Gesamtumsatzes wird mit neuen Dienstleistungen für den Markt generiert. Wie in der Industrie verfolgen die innovativen Schweizer Dienstleistungserbringer somit hauptsächlich die Weiterentwicklung und Optimierung bestehender Dienstleistungen.

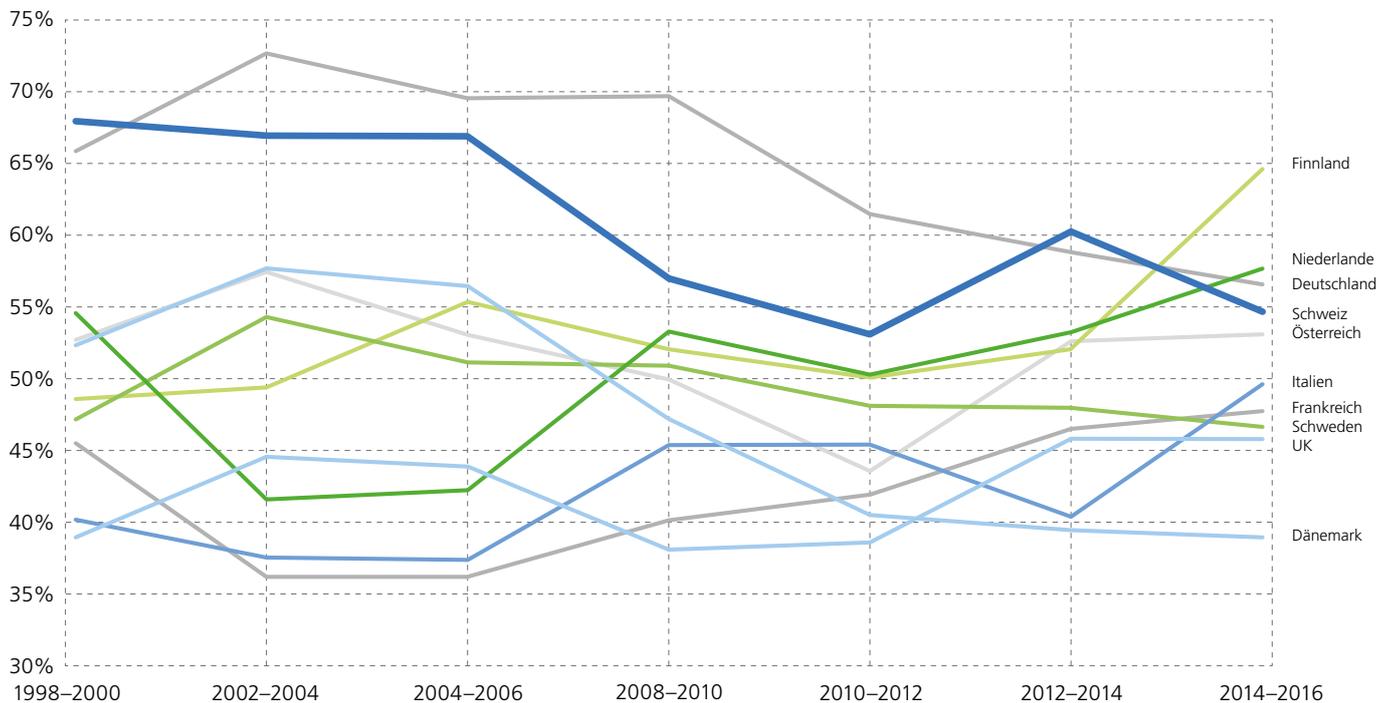
Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz im Dienstleistungssektor deutlich hinter den italienischen Unternehmen, deren Marktneuheiten einen durchschnittlichen Anteil von 13,1 % am Umsatz haben. In den Niederlanden sind es 9,8 % und in Österreich 8,7 %.

Abbildung B 11.1: Anteil von Neugründungen, die Produkte eingeführt haben, die mindestens für einen Teil ihrer Kunden neu gewesen sind, 2018



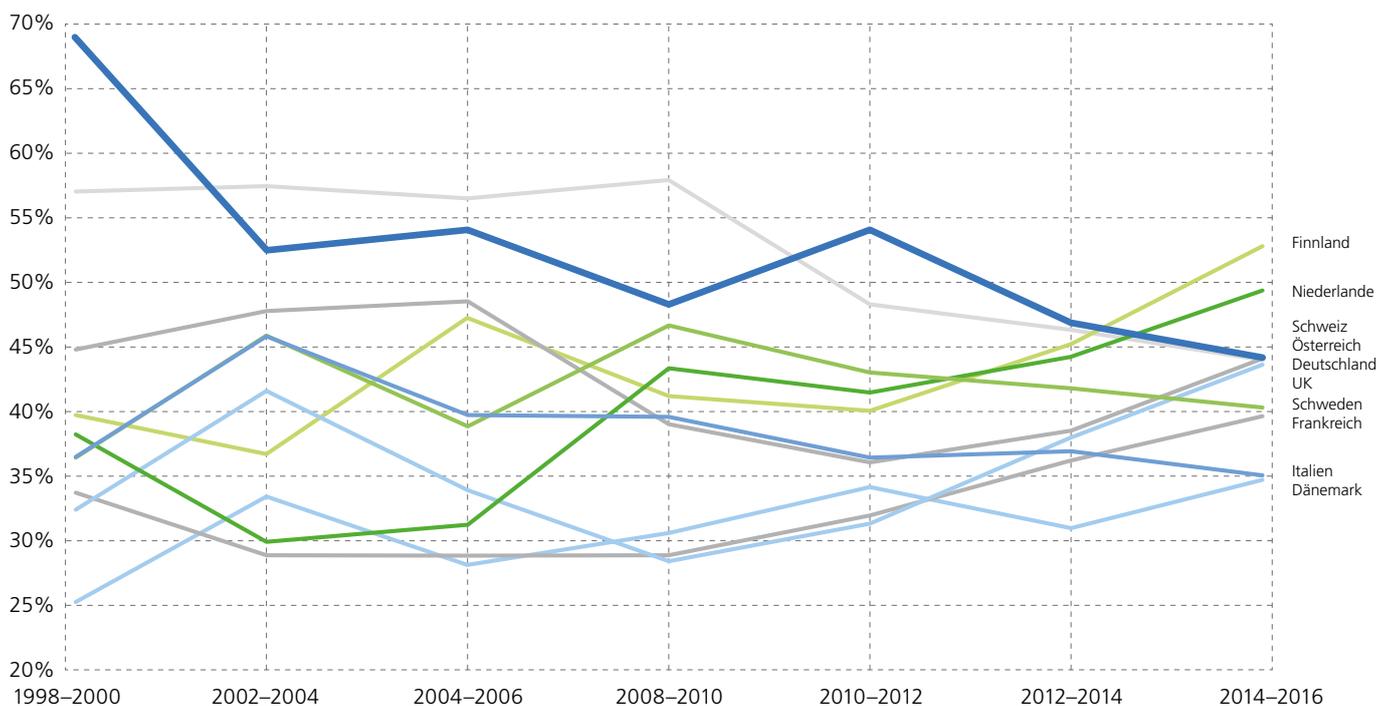
Ausnahmen zum Referenzjahr 2018: Finnland (2016)
Keine Daten verfügbar: Dänemark, Norwegen, Singapur
Quelle: GEM

Abbildung B 11.2: Anteil der Unternehmen mit Innovationen, Industrie, 1998–2016



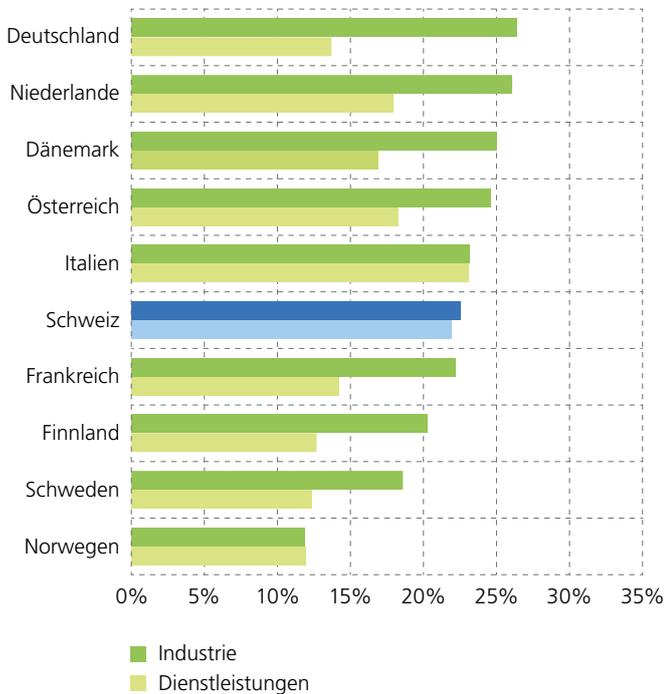
Produkt- und/oder Prozessinnovationen
 Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Norwegen, Singapur, Südkorea, USA
 Quelle: Eurostat

Abbildung B 11.3: Anteil der Unternehmen mit Innovationen, Dienstleistungen, 1998–2016



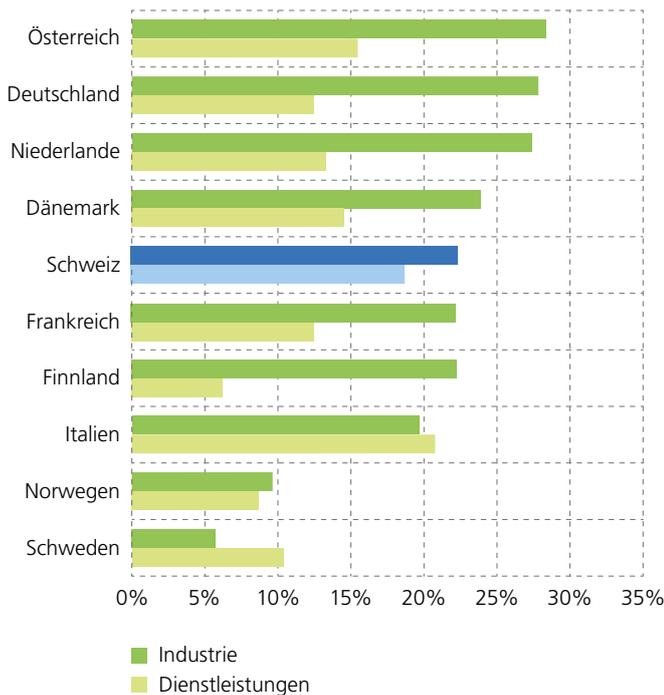
Produkt- und/oder Prozessinnovationen
 Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Norwegen, Singapur, Südkorea, USA
 Quelle: Eurostat

Abbildung B 11.4: Umsatzanteil von innovativen Produkten, 2016



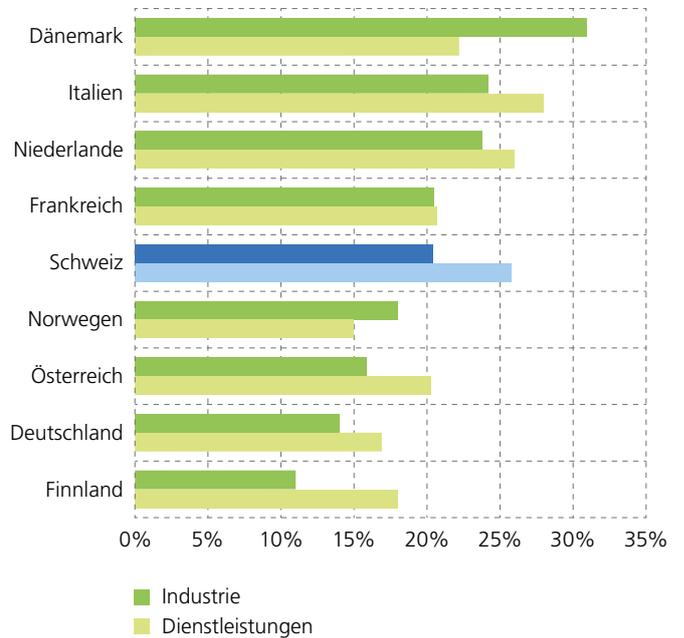
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen.
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Dänemark (2014)
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat

Abbildung B 11.5: Umsatzanteil von innovativen Produkten, 250 Arbeitnehmer und mehr, 2016



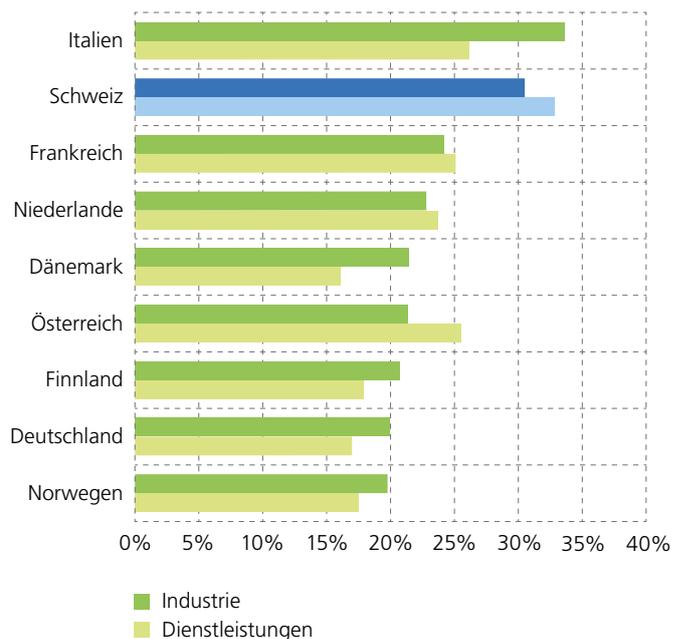
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen.
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Dänemark (2014)
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat

Abbildung B 11.6: Umsatzanteil von innovativen Produkten bei den grösseren KMU (50 bis 249 Arbeitnehmer), 2016



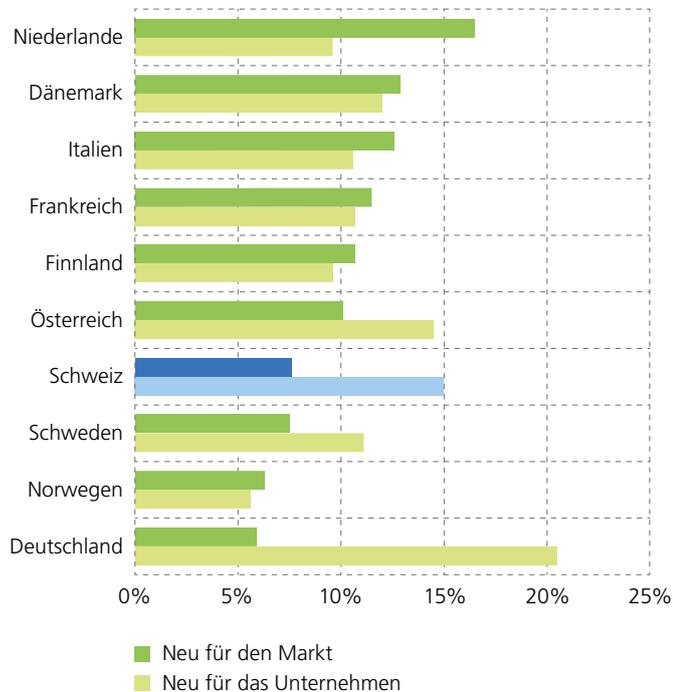
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen.
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Dänemark (2014)
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Schweden, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat

Abbildung B 11.7: Umsatzanteil von innovativen Produkten bei den kleineren KMU (10 bis 49 Arbeitnehmer), 2016



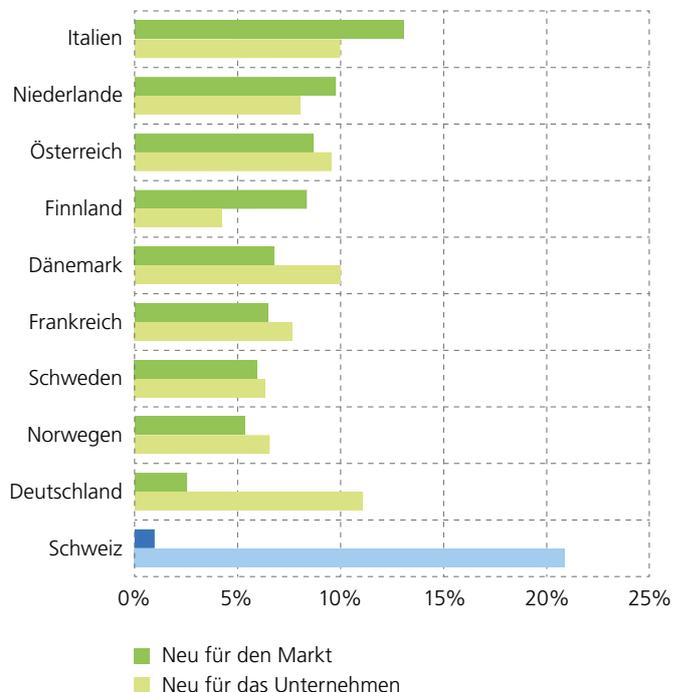
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen.
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Dänemark (2014)
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Schweden, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat

Abbildung B 11.8: Umsatzanteil von Produkten, die neu für den Markt oder das Unternehmen sind, Industrie, 2016



Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen.
 Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Dänemark (2014)
 Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Singapur, Südkorea, UK, USA
 Quelle: Eurostat

Abbildung B 11.9: Umsatzanteil von Produkten, die neu für den Markt oder das Unternehmen sind, Dienstleistungen, 2016



Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen.
 Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Dänemark (2014)
 Keine Daten verfügbar: China, Israel, Japan, Singapur, Südkorea, UK, USA
 Quelle: Eurostat

12 Strukturwandel

Die Innovationskapazität einer Volkswirtschaft beruht unter anderem auf ihrer Fähigkeit, aktiv auf neue Marktentwicklungen einzugehen, das Potenzial des technologischen Wandels zu nutzen und auf strukturelle Änderungen der Nachfrage und des Wettbewerbs zu reagieren. Diese Fähigkeit zeigt sich in den am weitesten fortgeschrittenen Volkswirtschaften in der zunehmenden Bedeutung der forschungs- und innovationsintensiven Branchen. Dazu gehören Teilssektoren der Hightech-Industrie und der modernen Dienstleistungen, die Güter und Dienstleistungen mit hoher Wertschöpfung entwickeln und auf den Markt bringen.

12.1 Sektorale Struktur

In der Schweiz ist der Anteil der Industrie an der nationalen Wertschöpfung zwischen 2005 und 2015 leicht zurückgegangen (1,5 Prozentpunkte) (Abbildung B 12.1). Diese Abnahme ist insbesondere auf den Rückgang beim Anteil der industriellen Tätigkeiten in den Lowtech-Branchen (1,9 Prozentpunkte) zurückzuführen. Derweil hat der Anteil der Hightech-Branchen zugenommen (0,3 Punkte). Im Energiesektor blieb der Wertschöpfungsanteil relativ stabil, jener des Baugewerbes stieg um 0,7 Prozentpunkte und jener der Dienstleistungen nahm um 1 Prozentpunkt zu. Die Entwicklung bei den Dienstleistungen ist hauptsächlich den modernen Dienstleistungen zu verdanken, die eine Zunahme um 0,8 Prozentpunkte verzeichnen (0,2 Punkte bei den traditionellen Dienstleistungen).

Abbildung B 12.2 zeigt die sektorale Entwicklung seit den 2000er Jahren. Daraus ist ersichtlich, dass der Anteil der Lowtech-Industrie an der nominellen Wertschöpfung über den ganzen Betrachtungsraum hinweg kontinuierlich zurückgegangen ist. Im Gegensatz dazu ist der Anteil der Hightech-Industrie bis 2008 angestiegen, hat sich dann stabilisiert und liegt seither bei rund 18%. Beim Anteil der traditionellen Dienstleistungen ist hingegen bis 2007 ein kontinuierlicher leichter Anstieg zu verzeichnen, der sich während der Finanzkrise 2007 bis 2008 noch zusätzlich verstärkte. Anschliessend hat er sich ab 2010 bei rund 29% eingependelt. Der Wertschöpfungsanteil der modernen Dienstleistungen ist zwischen 2007 und 2008 eingebrochen, hat sich danach aber erholt und den Anfang der 2000er Jahre beobachteten Werten angenähert.

12.2 Internationaler Vergleich

Der Anteil der Industrie an der nominellen Wertschöpfung ist – wie in der Schweiz – in beinahe allen Vergleichsländern zurückgegangen. Davon ausgenommen sind Südkorea, Deutschland und Dänemark (Tabelle B 12.1). Grund dafür ist der deutliche Rückgang beim Anteil der Lowtech-Branchen (1 bis 4 Prozentpunkte). In der Hightech-Industrie verzeichnen acht Länder – einschliesslich die Schweiz – eine Erhöhung des Wertschöpfungsanteils, allen voran Dänemark (3,2 Prozentpunkte), Südkorea (3,1 Punkte) und

Deutschland (2 Punkte). In den anderen sechs Ländern ist der Anteil hingegen gesunken, am stärksten in Finnland (4,9 Prozentpunkte) und Schweden (4,3 Punkte).

Der Anteil der Dienstleistungen an der nominellen Wertschöpfung ist in allen Vergleichsländern steigend, ausser in Südkorea und Deutschland. Am höchsten sind die Zuwachsraten in Schweden und Finnland mit 7,6 bzw. 6,6 Prozentpunkten. Die Zunahme ist grösstenteils den modernen Dienstleistungen zuzuschreiben.

Wissensintensiver Sektor

Die Hightech-Industrie und die modernen wissensbasierten Dienstleistungen lassen sich zur Gruppe «wissensintensiver Sektor» zusammenfassen. Den grösseren Teil machen in allen Vergleichsländern – mit Ausnahme von Südkorea – die modernen Dienstleistungen aus (Abbildung B 12.3).

In der Schweiz ist der nominale Wertschöpfungsanteil des wissensintensiven Sektors von 51,1% im Jahr 2005 auf 52,2% im Jahr 2015 angestiegen. Damit belegt die Schweiz hinter den USA, Deutschland und Südkorea den vierten Rang. In Dänemark, Norwegen und Schweden legte der Sektor zwischen 2005 und 2015 am meisten zu.

Definitionen

Lowtech-Industrie: Nahrungsmittel, Getränke und Tabak / Textilien, Bekleidung und Leder / Holz, Papier und Druckerzeugnisse / Kokerei und Mineralölverarbeitung / Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden / Metallherstellung / Metallerzeugnisse / Ausrüstungsgegenstände, Gegenstände zur Installation und Reparatur von Maschinen

Hightech-Industrie: Chemie, Pharma / Gummi- und Kunststoffwaren / Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse (einschliesslich Uhren und elektromedizinische Geräte) / elektrische Ausrüstungen / Maschinenbau / Fahrzeuge (einschliesslich Motorfahrzeuge)

Traditionelle Dienstleistungen: Gross- und Detailhandel, Verkauf und Reparatur von Motorfahrzeugen / Verkehr (Güter- und Personentransport) und Lagerei / Postdienstleistungen / Gastgewerbe

Moderne Dienstleistungen: Verlagswesen (einschliesslich Verlegen von Software), Herstellung und Ausstrahlung audiovisueller Inhalte, Telekommunikation, Informationsdienstleistungen (einschliesslich Programmierung und Beratung, Beherbergung und Datenanalyse) / Finanz-, Versicherungs- und Rückversicherungsdienstleistungen (einschliesslich Pensionsfonds) / Dienstleistungen in den Bereichen Recht, Buchführung und Beratung / Vermiet- und Verleihdienstleistungen (einschliesslich Fahrzeuge und Privatunterkünfte) / Buchungsdienstleistungen / Marketingdienstleistungen / administrative Unterstützung / Architektur- und Ingenieurstätigkeiten / wissenschaftliche und F&E-Tätigkeiten

Energie: Elektrizität, Gas, Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung

Baugewerbe: alle Tätigkeiten in den Bereichen Hochbau, Tiefbau und spezialisierte Bautätigkeiten

Quellen: OECD (2018), KOF

Abbildung B 12.1: Anteil der Sektoren an der nominellen Wertschöpfung, 2005 und 2015

in %	Schweiz		USA		Deutschland		Südkorea		Schweden	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Industrie	27,8	26,3	21,7	20,4	33,9	34,8	40,5	42,4	31,2	23,6
Lowtech-Industrie	10,2	8,3	10,3	8,8	13,0	12,0	15,4	14,2	13,4	10,1
Hightech-Industrie	17,6	17,9	11,4	11,7	20,9	22,9	25,1	28,2	17,8	13,5
Energie	2,7	2,6	2,8	2,9	4,4	4,1	3,7	4,5	4,8	4,3
Baugewerbe	7,1	7,8	8,4	7,0	5,8	6,9	9,2	7,5	8,3	8,8
Dienstleistungen	62,4	63,4	67,1	69,7	55,9	54,1	46,7	45,7	55,7	63,3
Traditionelle Dienstleistungen	28,9	29,1	27,3	27,5	24,9	24,3	21,8	21,3	27,4	27,5
Moderne Dienstleistungen	33,5	34,3	39,8	42,2	31,0	29,9	24,9	24,4	28,3	35,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

in %	Niederlande		UK		Dänemark		Frankreich		Japan	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Industrie	21,3	18,0	17,9	16,2	23,8	23,8	21,8	19,4	31,1	31,0
Lowtech-Industrie	11,8	9,7	9,6	8,6	12,1	8,9	12,3	11,0	13,1	12,2
Hightech-Industrie	9,5	8,3	8,2	7,7	11,7	14,9	9,6	8,3	18,0	18,9
Energie	2,6	2,6	3,4	4,3	4,5	3,5	4,2	4,2	4,2	3,9
Baugewerbe	8,3	6,9	10,7	9,8	9,1	7,6	9,0	9,2	8,0	8,2
Dienstleistungen	67,8	72,5	68,0	69,7	62,6	65,1	64,9	67,2	56,7	56,8
Traditionelle Dienstleistungen	30,5	31,6	29,4	29,3	33,8	32,8	29,9	29,5	31,9	32,0
Moderne Dienstleistungen	37,3	40,9	38,7	40,3	28,8	32,3	35,1	37,7	24,8	24,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

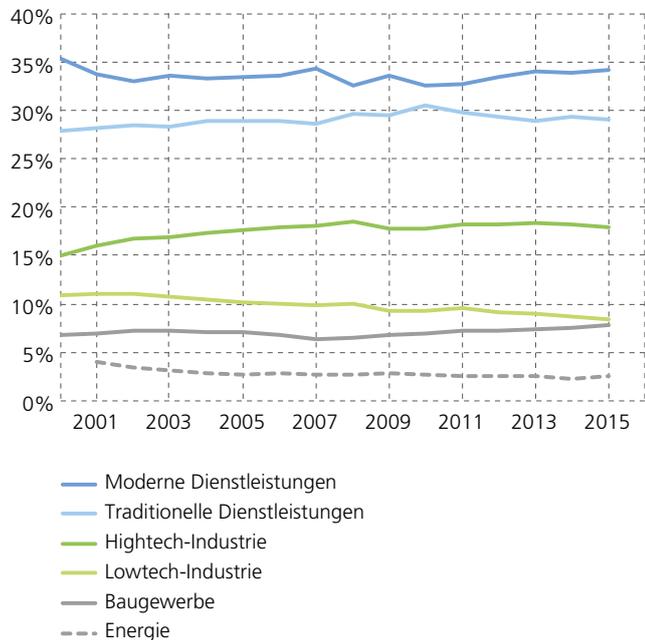
in %	Finnland		Italien		Norwegen		Österreich	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Industrie	37,6	28,8	26,4	25,5	20,1	16,2	28,3	27,2
Lowtech-Industrie	18,3	14,4	15,8	14,3	12,1	9,1	15,6	14,1
Hightech-Industrie	19,4	14,5	10,6	11,2	8,0	7,1	12,6	13,0
Energie	3,9	5,3	3,6	4,0	6,8	5,4	4,9	4,2
Baugewerbe	10,0	10,7	9,0	7,6	10,4	13,2	10,1	9,2
Dienstleistungen	48,6	55,2	61,0	62,8	62,6	65,2	56,6	59,5
Traditionelle Dienstleistungen	26,5	26,7	31,7	32,8	33,1	31,0	32,9	34,1
Moderne Dienstleistungen	22,1	28,5	29,3	30,1	29,5	34,1	23,8	25,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nach der Schweiz sind die Länder nach dem Anteil der forschungs- und innovationsintensiven Bereiche dargestellt: Hightech-Industrien und moderne Dienstleistungen (siehe Abbildung B 12.3).

Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur

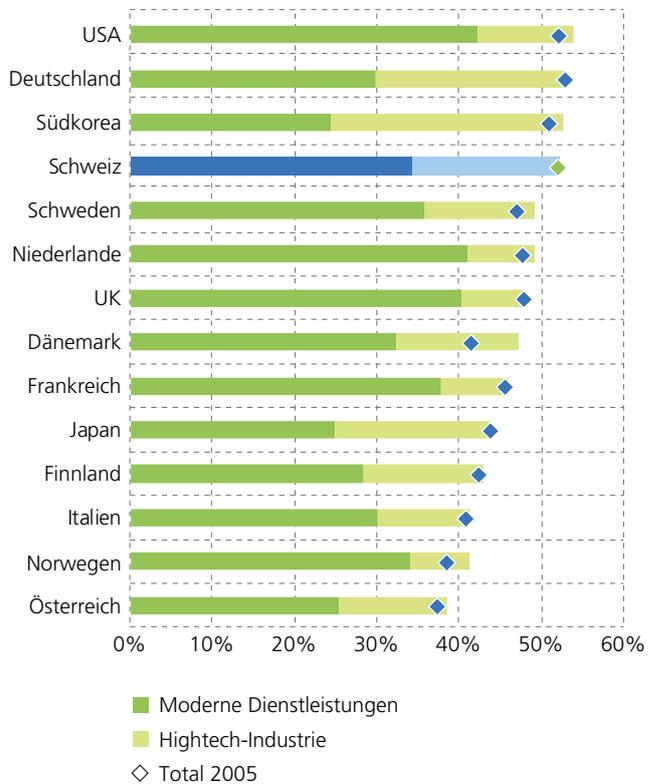
Quelle: OECD, Berechnungen SBF

Abbildung B 12.2: Entwicklung des Anteils der Sektoren an der nominellen Wertschöpfung in der Schweiz, 2000–2015



Quelle: OECD

Abbildung B 12.3: Anteil des wissensintensiven Sektors an der nominellen Wertschöpfung, 2015



Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur
 Quelle: OECD, Berechnungen SBFI

13 Die Schweiz im globalen Vergleich führender Innovationsregionen

Dieses Kapitel vergleicht die Innovationsleistung der Schweiz mit ausgewählten führenden Innovationsregionen in Nordamerika, Ostasien und Europa.¹ Als Innovationsregionen werden Teilräume innerhalb grösserer Staaten bezeichnet, in denen sich deren Innovationsaktivitäten konzentrieren. Dahinter steht die Überlegung, dass ein Vergleich von Indikatoren zu Forschung und Innovation auf Ebene von Staaten durch die unterschiedliche Grösse und Struktur von Volkswirtschaften mitunter nur begrenzt aussagekräftig ist. Durch den Bezug auf Innovationsregionen wird eine einheitlichere Vergleichsbasis geschaffen. Der Vergleich zeigt insgesamt, dass die Schweiz – anders als im Staatenvergleich – in Forschung und Innovation keineswegs immer führend ist.

Folgende führende Innovationsregionen wurden betrachtet:

- sechs europäische Regionen: Baden-Württemberg, Bayern, Lombardei / Piemont, Grossraum Paris, Region Rhône-Alpes und Grossraum London;
- sechs nordamerikanische Regionen: San Francisco Bay Area, Grossraum Seattle, Grossraum Boston, Grossraum New York, Provinz Ontario und Provinz Quebec;
- neun ostasiatische Regionen: Grossraum Tokio, Grossraum Osaka, Grossraum Seoul, Grossraum Daejeon, Grossraum Busan-Daegu, Grossraum Shanghai, Provinz Zhejiang, Provinz Jiangsu und Provinz Guangdong (Abbildung B 13.1).

Diese insgesamt 21 Regionen sind weitgehend von ihrer Grösse und Wirtschaftskraft her mit der Schweiz vergleichbar (Abbildung B 13.2). Gleichzeitig konzentrieren sich ihnen die Forschungs- und Innovationsaktivitäten des jeweiligen Landes.

Die Position der Schweiz wird vergleichend anhand von vier Indikatorbereichen untersucht. Diese entsprechen im Wesentlichen den in den vorangegangenen Kapiteln verwendeten Indikatoren:²

- 1) Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (F&E) in Wirtschaft und Wissenschaft,
- 2) Direkte Ergebnisse von F&E in Form von Patenten und wissenschaftlichen Publikationen,
- 3) Innovationsaktivitäten der Unternehmen,
- 4) Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Aktivitäten.

13.1 F&E-Aufwendungen

Im Staatenvergleich weist die Schweiz eine der höchsten F&E-Quoten auf. Der Anteil der gesamten F&E-Aufwendungen (Privatwirtschaft und öffentlicher Sektor) am Bruttoinlandprodukt (BIP) lag 2017 bei 3,4 %. Nur Südkorea und Israel wiesen eine höhere

F&E-Quote auf. Vergleicht man die Schweiz dagegen mit den hier ausgewählten 21 anderen Innovationsregionen, so liegt sie lediglich an neunter Stelle (Abbildung B 13.3). Die mit Abstand höchste F&E-Quote weist die Bay Area in den USA auf (9,9 %), gefolgt von den Grossräumen Daejeon, Seoul, Seattle und Tokio. Deutlich höhere F&E-Aufwendungen in Relation zur Wirtschaftsleistung als die Schweiz zeigen ausserdem Baden-Württemberg und der Grossraum Boston. Vor der Schweiz liegt ausserdem die chinesische Grossstadtregion Shanghai. Hinter der Schweiz liegen die meisten der betrachteten europäischen und chinesischen Regionen sowie die beiden kanadischen Regionen und der Grossraum New York.

Ein Vergleich der Werte der F&E-intensivsten Innovationsregionen mit den Werten der Staaten, denen die Regionen angehören, zeigt sehr grosse Unterschiede. So ist die F&E-Quote in der Bay Area mehr als dreimal so hoch wie im Durchschnitt der USA. Die F&E-Quote des Grossraums Tokios übersteigt die gesamtjapanischen F&E-Quote um das Doppelte. Die F&E-Quote des Grossraums Seoul liegt um rund 40 % über dem südkoreanischen Durchschnitt und die Shanghais um 70 % über dem chinesischen Durchschnitt. Auch in Europa setzen sich einige Innovationsregionen deutlich vom Landesdurchschnitt ab: Baden-Württemberg weist eine um 70 % über dem deutschen Durchschnitt liegende Quote auf. Dies bedeutet, dass die F&E-Aktivitäten von grossen, F&E-intensiven Volkswirtschaften räumlich stark konzentriert sind.

Die meisten der Innovationsregionen mit einer besonders hohen F&E-Quote zeichnen sich durch sehr hohe F&E-Aufwendungen der Unternehmen aus. Die Bay Area in Kalifornien weist mit einem Anteil der F&E-Aufwendungen der Wirtschaft am BIP von 8,7 % einen Extremwert auf. Seoul, Tokio und Seattle kommen auf knapp 5 %. In Baden-Württemberg machen die F&E-Aufwendungen der Wirtschaft rund 4 % der Wirtschaftsleistung der Region aus. Dies liegt daran, dass in diesen Regionen die zentralen F&E-Labors vieler global tätiger Unternehmen angesiedelt sind. Die Schweiz fällt im Vergleich mit einem Wert von 2,3 % deutlich zurück.

In Bezug auf den BIP-Anteil der F&E-Aufwendungen in der Wissenschaft (Hochschulen und Staat) liegt die Schweiz mit einem Wert von 0,96 % in der oberen Hälfte der Vergleichsregionen. Die südkoreanische Region Daejeon weist mit 2,67 % den mit Abstand höchsten Wert auf. Merklich vor der Schweiz befinden sich ausserdem Tokio, Shanghai, Boston und die Bay Area. In den beiden kanadischen Provinzen entsprechen die F&E-Aufwendungen der Wissenschaft gemessen am regionalen BIP in etwa dem Niveau der Schweiz.

Die gesamte F&E-Quote der Schweiz hat sich im Zeitraum von 2008 bis 2017 sehr dynamisch entwickelt. Sie stieg um 0,66 %-Punkte, wobei sowohl die Wirtschaft (0,35 %-Punkte) als auch die Wissenschaft (0,28 %-Punkte) ihre F&E-Aufwendungen im Vergleich zum Wirtschaftswachstum überproportional gesteigert haben. Im Vergleich der Innovationsregionen ist diese Dy-

¹ Dieses Kapitel wurde von C. Rammer und M. Trunschke vom Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim (D), verfasst.

² Aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Quellen können die an dieser Stelle erwähnten Ergebnisse von den in den vorangehenden Kapiteln erwähnten Resultaten abweichen.

namik als hoch zu bewerten. Eine erheblich raschere Erhöhung der F&E-Quote weist nur der Grossraum Seoul auf. Hier betrug die Steigerung 1,6 %-Punkte. Ein etwas stärkerer Zuwachs der F&E-Quote als in der Schweiz ist in der Bay Area (1 %-Punkt), in Baden-Württemberg (0,77 %-Punkt) und in Shanghai (0,75 %-Punkt) zu beobachten.

13.2 Wissenschaftliche Publikationen

Ein Mass für den Output von Forschungsaktivitäten ist die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in internationalen Fachzeitschriften. Da viele Publikationen von mehreren Autoren verfasst werden, die in unterschiedlichen Regionen tätig sein können, wird jede Publikation allen Regionen zugeordnet, in denen Autoren lokalisiert sind («whole counting»), d.h. Publikationen werden in der Regel mehrfach gezählt. Nach dieser Zählweise liegt die Schweiz mit fünf Publikationen pro Jahr je 1000 Einwohner an erster Stelle unter den europäischen Regionen und vor allen ostasiatischen Regionen (Abbildung B 13.4). Drei der vier US-amerikanischen Regionen weisen allerdings deutlich höhere Werte auf. Gegenüber der führenden Region Boston, die auf einen Wert von 13,9 Publikationen pro 1000 Einwohner kommt, ist der Abstand der Schweiz beträchtlich. Auch die Bay Area (11,2) weist einen mehr als doppelt so hohen Wert wie die Schweiz auf.

Setzt man die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in Relation zur Anzahl der Forscher in der Wissenschaft, so erreicht die Schweiz 2,3 Publikationen pro Jahr und Forscher. Dies ist hinter der Region Lombardei / Piemont der zweithöchste Wert im europäischen Vergleich (Abbildung B 13.4). Wiederum liegen drei der vier US-amerikanischen Vergleichsregionen deutlich vor der Schweiz, wobei der Abstand zu New York (3,2) und Boston (3,4) erheblich ist. Unter den ostasiatischen Regionen kommt Seoul mit 1,8 Publikationen je Forscher am nächsten an das Niveau der Schweiz heran.

Neben der Anzahl der Publikationen ist auch deren Qualität ein wichtiger Massstab zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Wissenschaft. Sie wird über die Anzahl der Zitate je Publikation und die feldspezifische Zittrate gemessen. Hier nimmt die Schweiz eine Spitzenposition ein. Mit 8,2 Zitaten je Publikationen in den ersten drei Jahren nach deren Erscheinen erreicht die Schweiz den dritthöchsten Wert unter den betrachteten Innovationsregionen. An den ersten beiden Stellen liegen Boston und die Bay Area mit 9,3 bzw. 9,1 Zitaten.

13.3 Patentanmeldungen

Die Anzahl der Patentanmeldungen ist ein Output-Indikator für anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung (aF&E), wie sie vor allem von Unternehmen betrieben wird. Als Vergleichszahl werden die Anmeldungen bei internationalen Patentämtern (Europäisches Patentamt und über das PCT-Verfahren an der World Intellectual Property Organization) herangezogen.

Ein Auszählen aller Patentanmeldungen weltweit ist aufgrund der unterschiedlichen Regelungen zur Patentierbarkeit von Erfindungen an den einzelnen nationalen Ämtern wenig aussagekräftig. Der Nachteil der Betrachtung von internationalen Patentanmeldungen liegt darin, dass Erfindungen, die nur in nationalen oder wenigen internationalen Märkten genutzt werden, nicht erfasst werden, da diese in der Regel nicht international angemeldet werden. Dies benachteiligt vor allem Regionen, die einen grossen Heimmarkt aufweisen wie die USA oder China.³

Die Schweiz lag mit einer Patentintensität (Patentanmeldungen pro Jahr im Zeitraum 2008 bis 2016) von 0,81 je 1000 Einwohner knapp hinter der Bay Area (0,88) an zweiter Stelle im globalen Vergleich der Innovationsregionen (Abbildung B 13.5). Der Grossraum Tokio erreicht mit einem Wert von 0,73 fast das Schweizer Niveau. In Europa liegen Baden-Württemberg, Bayern und der Grossraum Paris nicht weit hinter der Schweiz; in allen anderen Regionen ist die Patentintensität je Einwohner erheblich niedriger.

Etwas anders sieht das Bild aus, wenn die Anzahl der Patentanmeldungen zur Höhe der F&E-Aufwendungen der Unternehmen (umgerechnet aus den Landeswährungen zu Kaufkraftparitäten) in Bezug gesetzt wird. Dann liegt die Schweiz sogar an erster Stelle, gefolgt von Paris, Bayern, Osaka, Ontario und Seoul. Die chinesische Region Guangdong sowie Baden-Württemberg, Lombardei / Piemont, Tokio und London erreichen nur etwa die Hälfte des Werts der Schweiz. Die US-amerikanischen Regionen schneiden bei diesem Indikator wesentlich schlechter ab. Dies liegt zum einen in dem je nach Branche sehr unterschiedlichen Aufwand, der notwendig ist, um eine patentierbare Erfindung hervorzubringen, sodass die Sektorstruktur der F&E-Aktivitäten eine grosse Rolle spielt. Zum anderen sind im Bereich Software und IT-Dienste die F&E-Ergebnisse nur sehr eingeschränkt patentierfähig. Deshalb weisen gerade die auf diese Branchen spezialisierten Regionen wie die Bay Area und Seattle ein besonders ungünstiges Verhältnis zwischen Anzahl Patentanmeldungen und F&E-Aufwendungen der Unternehmen auf.

Im Zeitraum von 2008 bis 2014 blieb die Patentintensität (Anzahl der internationalen Patentanmeldungen je Einwohner) in der Schweiz nahezu unverändert. In einigen europäischen Innovationsregionen ging dagegen die Patentintensität deutlich zurück (Baden-Württemberg, Lombardei / Piemont und London). Eine

³ Wegen des Zeitverzugs zwischen dem Zeitpunkt einer Erfindung und der Veröffentlichung einer internationalen Patentanmeldung können nur Anmeldungen bis 2016 in den internationalen Vergleich einbezogen werden.

rückläufige Entwicklung zeigt sich ausserdem in New York und Ontario. Starke Zuwächse verzeichneten Seoul, Seattle, Tokio, Guangdong und Osaka. Zu beachten ist, dass die Entwicklung der Anzahl internationaler Patentanmeldungen nicht nur durch die Erfindungstätigkeit beeinflusst wird, sondern auch durch die Attraktivität der Märkte. Denn Patente werden primär dann über den kostenintensiveren Weg der internationalen Ämter angemeldet, wenn Unternehmen eine globale Vermarktung (PCT-Verfahren) oder eine Vermarktung der Technologie in Europa (Anmeldung bei der Europäischen Patentorganisation) anstreben.

13.4 Innovationsaktivitäten der Unternehmen

Ziel von F&E im Unternehmenssektor ist letztlich die Hervorbringung von Innovationen, d.h. von neuen Produkten und Verfahren, die im Vergleich zu den bestehenden Angeboten und Prozessen merkliche Verbesserungen darstellen.⁴ Zur Messung von Innovationsaktivitäten im Unternehmenssektor werden in vielen Ländern Innovationserhebungen durchgeführt. Allerdings liegen nicht für alle Vergleichsregionen Angaben vor. So können die US-Regionen nicht berücksichtigt werden. Für die kanadischen Regionen existieren nur zu wenigen Indikatoren Messwerte, die zudem nicht auf denselben Definitionen und Erhebungsmethoden beruhen und daher nur eingeschränkt vergleichbar sind. Unter diesen methodischen Restriktionen ergibt sich das Bild, dass die Innovationsorientierung der Schweizer Unternehmen nicht nur im Staatenvergleich, sondern auch im Vergleich zu führenden Innovationsregionen sehr hoch ist. Der Anteil der Produktinnovatoren unter den Unternehmen lag 2016 bei 35 %. Dies ist der vierthöchste Wert unter den Vergleichsregionen (Abbildung B 13.6).⁵ Nur in Baden-Württemberg liegt diese Quote leicht über dem Schweizer Niveau.

Die anderen europäischen Innovationsregionen erreichen bei diesem Indikator ebenfalls hohe Werte zwischen 30 und 34 %. Relativ hohe Produktinnovatorenquoten sind ausserdem in chinesischen Regionen zu beobachten (mit Werten in der Höhe von 25 bis 29 %, ausser Shanghai mit 18 %). In den japanischen und südkoreanischen Regionen liegen die Produktinnovatorenquoten mit 15 bis 19 % dagegen erheblich unter dem Schweizer Niveau. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieser Indikator ganz wesentlich vom Verhalten der kleinen Unternehmen bestimmt wird, da diese den grössten Anteil an allen Unternehmen ausmachen. In Japan und Südkorea ist die Innovationsneigung von kleinen und mittleren Unternehmen traditionell niedrig.

Beim Anteil der Unternehmen, die Prozessinnovationen eingeführt haben, liegt die Schweiz mit einem Wert von 27 % im Mittelfeld der Innovationsregionen. Mit Ausnahme von London liegen

alle betrachteten europäischen Regionen vor der Schweiz. Zwei chinesische Regionen – Zhejiang und Jiangsu – liegen nur knapp unter dem Schweizer Niveau. Dieses Ergebnis ist insofern bemerkenswert, als Prozessinnovationen häufig auf Kosteneinsparungen abzielen, was insbesondere dann eine grosse Rolle spielt, wenn die Unternehmen hohe standortbedingte Kosten aufweisen und im internationalen Wettbewerb stehen. Dies gilt für viele Unternehmen in der Schweiz. Offenbar sind viele Schweizer Unternehmen aber in der Lage, ihre Wettbewerbsfähigkeit über andere Strategien zu sichern. Dazu zählt z.B. ein Fokus auf die Einführung von Marktneuheiten, da diese Alleinstellungsmerkmale im Markt und somit einen gewissen Preissetzungsspielraum versprechen. Hier weist die Schweiz im internationalen Vergleich hohe Werte auf.

Eine andere Strategie ist der Fokus auf Innovationen, die auf eigenen technologischen Entwicklungen beruhen, da auch diese eine stärkere Abgrenzung gegenüber Wettbewerbern erlauben. Ein Indikator hierfür ist der Anteil der Unternehmen mit internen F&E-Aktivitäten. 2016 betrieben 25 % der Schweizer Unternehmen unternehmensintern F&E. 17 % taten dies auf einer kontinuierlichen Basis. Der Anteil der F&E treibenden Schweizer Unternehmen ist deutlich niedriger als in den beiden französischen Regionen und liegt auch unter den Werten für Baden-Württemberg und London. Zwei chinesische Regionen (Jiangsu, Zhejiang) und zwei südkoreanische Regionen (Seoul und Daejeon) erreichen annähernd das Schweizer Niveau. Nur in den japanischen Regionen ist eine F&E-basierte Innovationsstrategie unter den Unternehmen deutlich seltener anzutreffen.

Ein weiterer Indikator zu Innovationsaktivitäten ist die Durchführung von F&E-Kooperationen mit Dritten. 10 % der Schweizer Unternehmen wiesen solche Kooperationen auf. In den meisten anderen Regionen sind Kooperationen deutlich weiter verbreitet, allerdings umfassen sie dort auch Innovationskooperationen ausserhalb des F&E-Bereichs (also etwa zum Design oder zur Vermarktung neuer Produkte). Die höchsten Anteile kooperierender Unternehmen finden sich in London (29 %), Zhejiang (28 %) und Guangdong (26 %). Betrachtet man nur Kooperationen mit der Wissenschaft (Hochschulen oder Forschungsinstitute), so ist der Rückstand in der Kooperationsneigung der Schweizer Unternehmen weniger gross. 5 % wiesen Hochschulkooperationen auf. Den Spitzenwert zeigen hier Baden-Württemberg und Jiangsu mit 8 %.

13.5 Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Aktivitäten

Die Ausrichtung wirtschaftlicher Aktivitäten auf sogenannte forschungs- und wissensintensive Branchen ist ein weiterer, relevanter Aspekt der Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Solche Branchen bieten zum einen günstige Wachstumsperspektiven an, da sich die Nachfrage tendenziell in Richtung von Gütern und Dienstleistungen aus diesen Sektoren verschiebt. Zum anderen steigern erfolgreiche Innovationen die Wettbewerbsfähigkeit in besonderem Masse. Die forschungsintensive Industrie umfasst einerseits Hochtechnologiebranchen, die durch sehr hohe F&E-

⁴ Vgl. das Oslo-Manual von OECD & Eurostat.

⁵ Die hier präsentierten Werte beziehen sich auf den im CIS erfassten Unternehmenssektor, d.h. auf Unternehmen mit 10 oder mehr Beschäftigten in der produzierenden Industrie (Wirtschaftszweige 5 bis 39) sowie ausgewählten Dienstleistungssektoren (Wirtschaftszweige 46, 49 bis 53, 58 bis 66, 71 bis 73).

Aufwendungen je Wertschöpfung gekennzeichnet sind, sowie Mitteltechnologiebranchen mit überdurchschnittlichen F&E-Aufwendungen je Wertschöpfung.⁶ Wissensintensive Dienstleistungen zeichnen sich durch einen hohen Anteil von Hochqualifizierten unter den Beschäftigten aus. Sie können nach primär marktorientierten und primär öffentlichen bzw. gemeinnützigen Dienstleistungen wie Bildung, Gesundheit, Kunst getrennt werden.

In der Schweiz waren im 2018 etwas mehr als 23 % der Beschäftigten in forschungs- und wissensintensiven Branchen (ohne öffentliche / gemeinnützige Dienstleistungen) tätig. Dieser Anteil ist tiefer als derjenige der beiden deutschen Innovationsregionen, des Grossraums Paris sowie der Region Lombardei / Piemont. Ausserhalb Europas weist nur die Bay Area einen höheren Beschäftigtenanteil in forschungs- und wissensintensiven Branchen auf als die Schweiz (Abbildung B 13.7). Die beiden japanischen Regionen dürften allerdings ebenfalls höhere Vergleichswerte als die Schweiz aufweisen, wenn der Bereich der Finanzdienste eingerechnet würde. Zu diesem liegen jedoch keine Beschäftigungsangaben vor. Einen niedrigeren Beschäftigungsanteil forschungs- und wissensintensiver Branchen zeigen die kanadischen und die südkoreanischen Regionen. Für chinesische Regionen liegen keine Vergleichszahlen vor.

Der Beschäftigungsanteil der Hochtechnologie liegt in der Schweiz mit 2,5 % auf dem Niveau der beiden deutschen Regionen, ist jedoch niedriger als in den Grossräumen Osaka, Seattle, Tokio, Daejeon und Seoul. Dort sorgen insbesondere die Herstellung von IKT-Hardware sowie im Fall Seattles der Luft- und Raumfahrzeugbau, für hohe Werte sorgen.

In der Mitteltechnologie, die insbesondere den Automobilbau, den Maschinenbau, die Elektrotechnik und die Chemieindustrie umfasst, liegen Baden-Württemberg, Bayern und Busan-Daegu mit Beschäftigungsanteilen von über 10 % vorn. Erheblich höhere Werte als die Schweiz (3,1 %) weisen ausserdem die beiden japanischen Regionen sowie die italienische Region Lombardei / Piemont auf.

In den wissensintensiven Dienstleistungen im engen Sinn (IT-Dienste, Finanzdienste, Beratungs- und technische Dienste, Mediendienstleistungen) ist der Beschäftigungsanteil in der Schweiz mit 17,6 % höher als in den meisten Vergleichsregionen. Lediglich die städtischen Grossräume Paris, New York und London sowie die stark auf die IT-Dienste spezialisierte Region Bay Area weisen einen höheren Beschäftigungsanteil auf.

Im Zeitraum 2008 bis 2018 nahm der Beschäftigungsanteil der forschungs- und wissensintensiven Branchen in der Schweiz um 1,1 %-Punkte zu. Dabei stand einem Rückgang in der Hoch- und Mitteltechnologie von zusammen 0,9 %-Punkten eine Zunahme in den wissensintensiven Dienstleistungen i.e.S. um 2 %-Punkte gegenüber. In einigen anderen Innovationsregionen kam es zu

einer stärkeren Strukturverschiebung in Richtung forschungs- und wissensintensive Branchen. Dies gilt insbesondere für die Bay Area (+2,5 %-Punkte), Ontario (+1,9 %-Punkte) sowie für Bayern und Rhône-Alpes (jeweils +1,7 %-Punkte). In den Grossräumen Paris, Boston und New York sowie in Baden-Württemberg zeigte sich in den vergangenen zehn Jahren dagegen keine Strukturverschiebung hin zu forschungs- und wissensintensiven Branchen.

13.6 Fazit

Der Indikatorenvergleich der Schweiz mit besonders innovationsorientierten Regionen ähnlicher Grösse zeigt, dass die Schweiz – anders als im Staatenvergleich – in Forschung und Innovation keineswegs immer vorn liegt:

- Beim Indikator F&E-Aufwendungen in Relation zum BIP, bei dem die Schweiz im globalen Staatenvergleich Rang drei einnimmt, liegen acht Innovationsregionen vor der Schweiz. Einige Regionen weisen etwa doppelt so hohe Werte auf (Tokio, Seattle, Seoul). Die Bay Area kommt sogar auf einen dreimal so hohen Wert wie die Schweiz.
- Die wissenschaftliche Publikationsleistung in der Schweiz, die zu den höchsten im Staatenvergleich zählt, fällt erheblich hinter die einzelner US-amerikanischer Regionen (Boston, New York und Bay Area) zurück.
- Bei der Patentintensität, das heisst der Anzahl der Patentanmeldungen je Einwohner beziehungsweise je F&E-Aufwendungen der Unternehmen, liegt die Schweiz auch im Vergleich der Innovationsregionen vorne. Während der Vorsprung gegenüber anderen Staaten erheblich ist, ist der Abstand im Regionenvergleich deutlich geringer. Tokio, Baden-Württemberg, Bayern und Paris weisen nur etwas niedrigere Patentintensitäten auf. In der Bay Area ist die Anzahl der Patentanmeldungen je Einwohner sogar höher als in der Schweiz.
- Die Innovationsbeteiligung der Schweizer Unternehmen ist auch im Vergleich zu anderen Innovationsregionen sehr hoch. Nur die Unternehmen in Baden-Württemberg zeigen eine ähnlich hohe Quote von Produktinnovatoren wie die Schweiz. Auch beim Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher F&E-Tätigkeit befindet sich die Schweiz im vorderen Feld der Innovationsregionen. Beim Anteil der Unternehmen mit Prozessinnovatoren fällt die Schweiz allerdings gegenüber mehreren Regionen zurück. Die Kooperationsneigung ist im Regionenvergleich als niedrig einzustufen.
- Die Wirtschaftsstruktur der Schweiz ist gegenüber denen der meisten Innovationsregionen nicht besonders stark auf forschungs- und wissensintensive Branchen ausgerichtet. Hochtechnologie und Mitteltechnologie sind nur durchschnittlich vertreten. In wissensintensiven Dienstleistungen liegt die Stärke bei Finanzdiensten sowie bei freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Diensten. Schwächer vertreten sind IT-Dienste, aber auch die Bereiche Bildung und Gesundheit.

Der Vergleich von Innovationsregionen grosser Staaten mit einem einzelnen Staat wie der Schweiz ist allerdings aus mehreren Gründen beschränkt aussagekräftig. So kann eine einzelne Region –

⁶ Nach OECD-Definition entspricht dies den «High R&D Intensity Industries» und den «Medium-high R&D Intensity Industries».

selbst von der Grösse der Schweiz – sich innerhalb eines grossen Staates auf wenige, besonders innovationsorientierte Aktivitäten und Branchen konzentrieren, da andere Regionen die nicht-innovativen Aktivitäten übernehmen (wie z.B. die Herstellung von Standardprodukten, Handels- und Verkehrsfunktionen oder touristische Aktivitäten). In der Schweiz sind dagegen auch nicht-innovative Aktivitäten in einem für eine selbstständige Volkswirtschaft notwendigen Umfang vertreten.

Auf der anderen Seite führt die Zugehörigkeit zu einem grossen Staat mitunter zu einer geringeren internationalen Orientierung einer Innovationsregion, z.B. wenn der Heimmarkt ein ausreichend grosser Zielmarkt für neue Technologien ist. Dadurch kommt es zu geringeren internationalen Patentanmeldungen, sodass eine kleine offene Volkswirtschaft wie die Schweiz hier besser abschneidet als Innovationsregionen grosser Staaten.

Allerdings profitieren Innovationsregionen grösserer Staaten genau von dieser Staatsgrösse, da sie aus einem grossen gesamtstaatlichen Pool von Talenten und Ideen schöpfen und die insgesamt vorhandenen innovativen Ressourcen ihres Staates zu einem bedeutenden Anteil nutzen können. Dies gilt nicht nur für hochqualifizierte Personen, sondern auch für andere knappe Güter wie z.B. Wagniskapital.

Für die Schweiz bedeutet dies, dass sie ihren Nachteil im Wettbewerb mit den Innovationsregionen der grossen Staaten durch eine entsprechende Offenheit ausgleichen muss. Dies gelang in der Vergangenheit erfolgreich, wie die hohe internationale Orientierung der Schweizer Wirtschaft und der hohe Anteil internationaler Forscher an den Schweizer Universitäten zeigt. Um die Innovationsleistung der Schweiz zu sichern, ist diese Offenheit unverzichtbar.

Abbildung B 13.1: Vergleichsregionen



Quelle: SBF

Abbildung B 13.2: Kennzahlen zu den Vergleichsregionen (2017 oder aktuellstes Jahr)

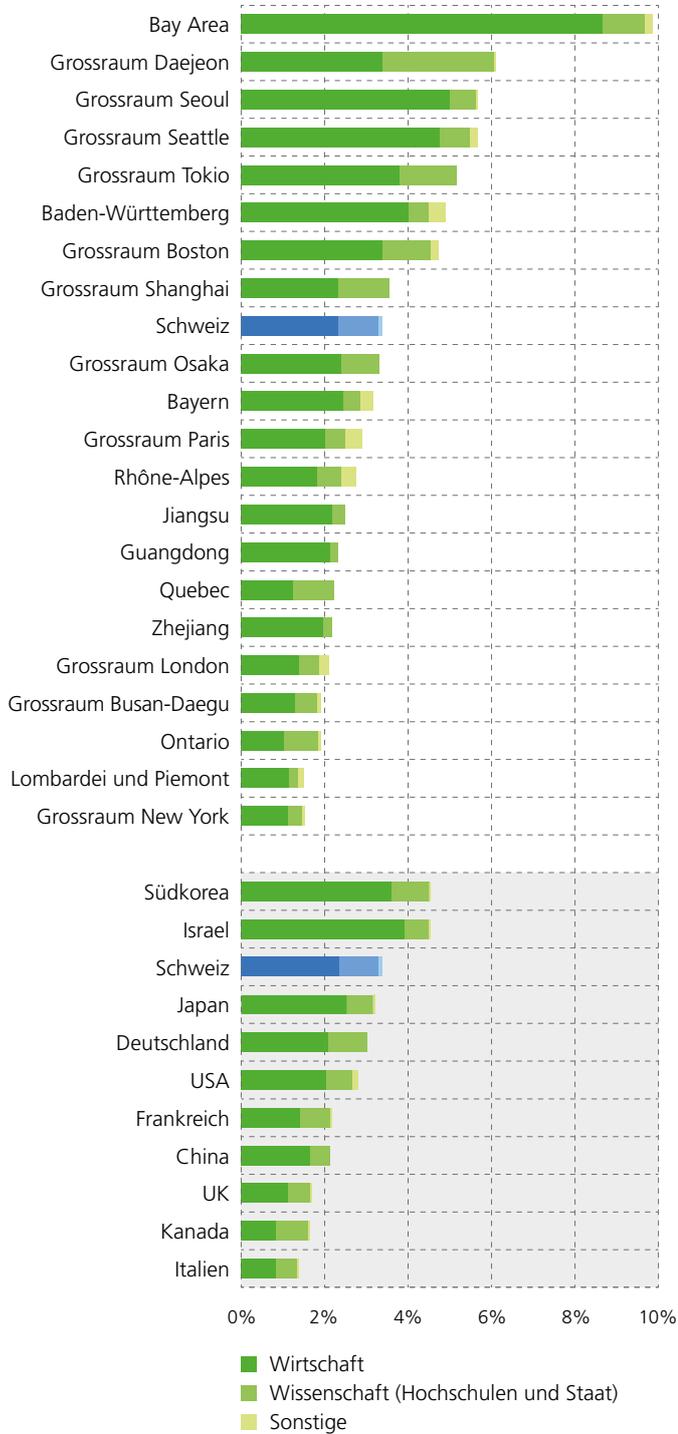
	Fläche (1000 km ²)	Einwohner (Mio.)	BIP (Mrd. €)	BIP / Kopf (€)
USA				
Bay Area	26,3	8,82	729	82 600
Grossraum New York	34,5	23,72	1678	70 700
Grossraum Boston	22,9	8,21	506	61 600
Grossraum Seattle	28,9	4,76	329	69 100
Kanada				
Ontario (Provinz)	1076	13,98	541	38 700
Südliches Ontario*	126,8	12,83		
Quebec (Provinz)	1667	8,32	271	32 600
Südliches Quebec*	147,7	6,95		
Japan				
Grossraum Tokio	32,4	42	1612	37 500
Präfektur Tokio	2,2	13,52	809	59 800
Grossraum Osaka	33,1	20,73	634	30 600
Präfektur Osaka	1,9	8,84	301	34 000
Südkorea				
Grossraum Seoul	11,8	25,37	631	24 900
Grossraum Daejeon	16,6	5,49	163	29 700
Grossraum Busan-Daegu	32,3	13,11	318	24 300
China				
Jiangsu	102,7	79,6	813	10 300
Zhejiang	104,1	55,08	514	9 400
Grossraum Shanghai	6,3	24,26	297	12 500
Guangdong	179,8	107,24	850	8 000
Europa				
Baden-Württemberg	35,8	11,02	496	45 000
Bayern	70,6	13	598	46 000
Lombardei und Piemont	49,3	14,41	514	35 600
Rhône-Alpes	43,7	6,62	227	34 300
Grossraum Paris	12	12,18	709	58 200
Grossraum London	40,6	24,22	1093	45 100
Schweiz	41,3	8,48	601	70 900

BIP in Mrd. € umgerechnet zu Wechselkursen

*Für Kanada erfolgt die Analyse auf der Ebene der Provinzen. Ein grosser Teil der Bevölkerung und damit der wirtschaftlichen Aktivitäten ist auf relativ kleine Teilräume innerhalb der Provinzen konzentriert.

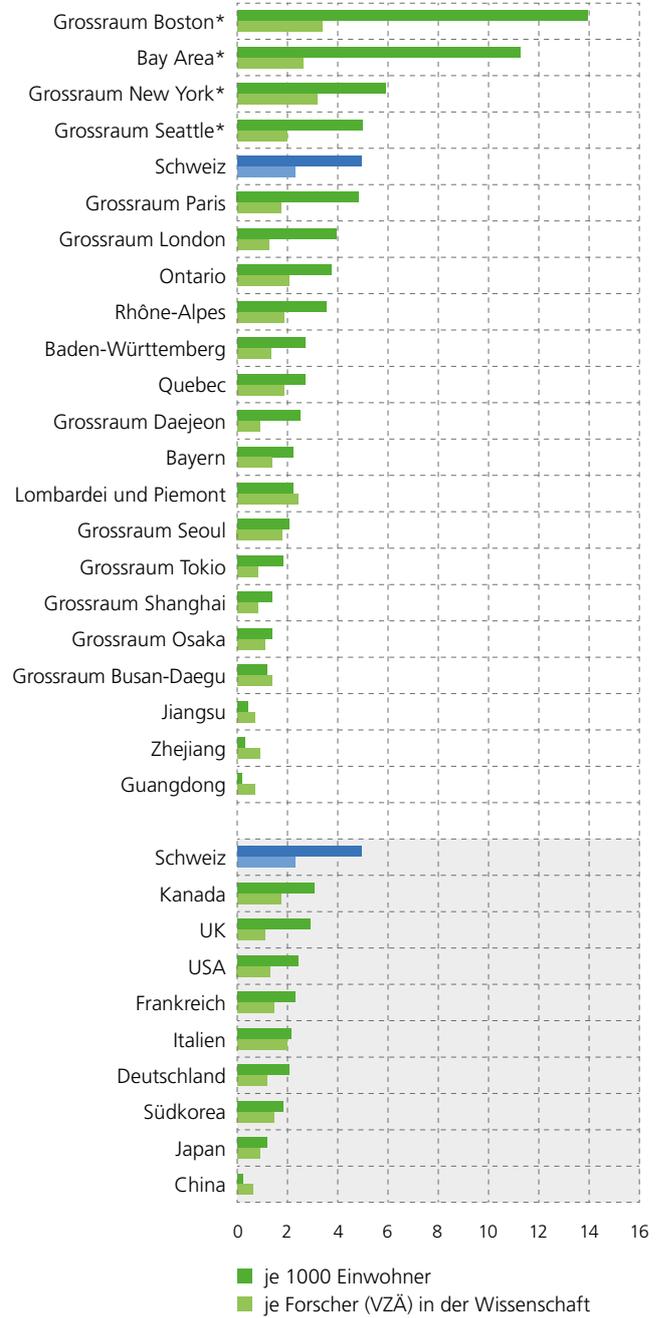
Quellen: verschiedene nationale Statistiken

Abbildung B 13.3: F&E-Aufwendungen ausgewählter Regionen in % des BIP 2013/2017



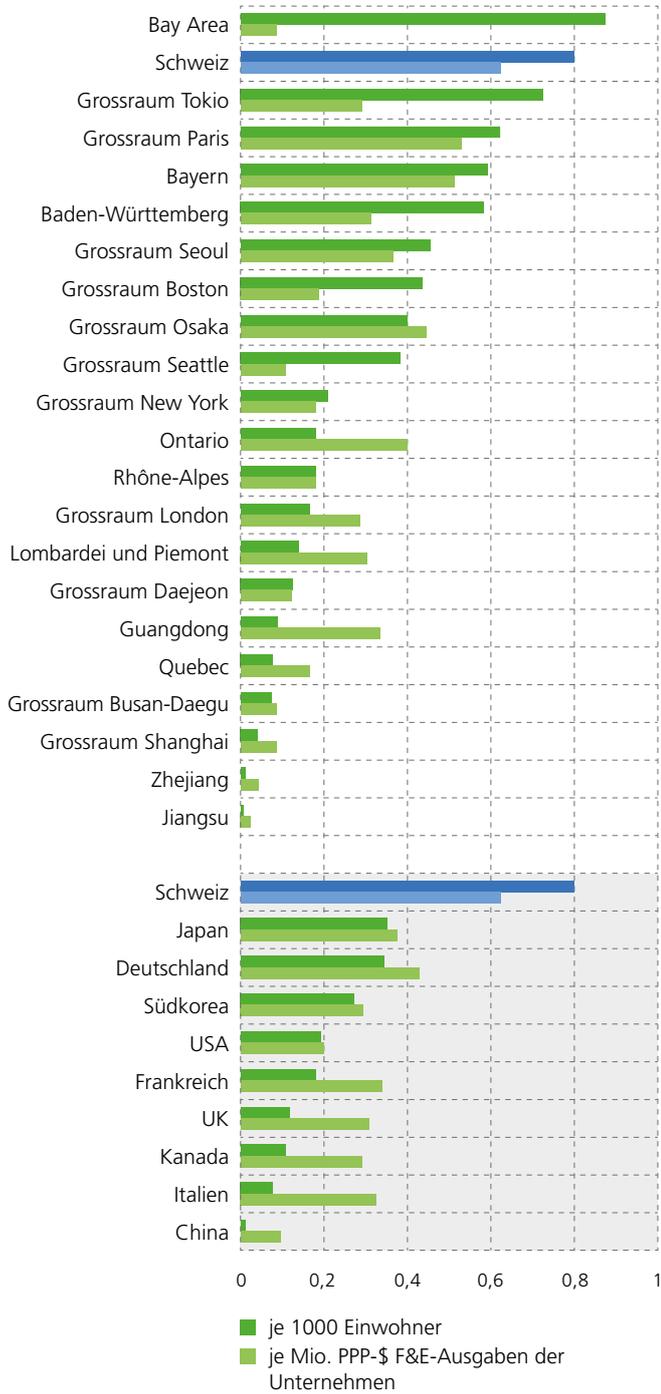
«Sonstige»: Gemeinnützige private Organisationen, die F&E betreiben.
Jeweils aktuellstes verfügbares Jahr: japanische Regionen (2017), italienische, britische und südkoreanische Regionen (2016), deutsche, US-amerikanische und kanadische Regionen (2015), französische und chinesische Regionen (2013)
Quellen: OECD, Eurostat, NSF, Berechnungen des ZEW

Abbildung B 13.4: Anzahl wissenschaftlicher Publikationen je 1000 Einwohner und je Forscher in der Wissenschaft im Mittel der Jahre 2008 bis 2017 in ausgewählten Regionen



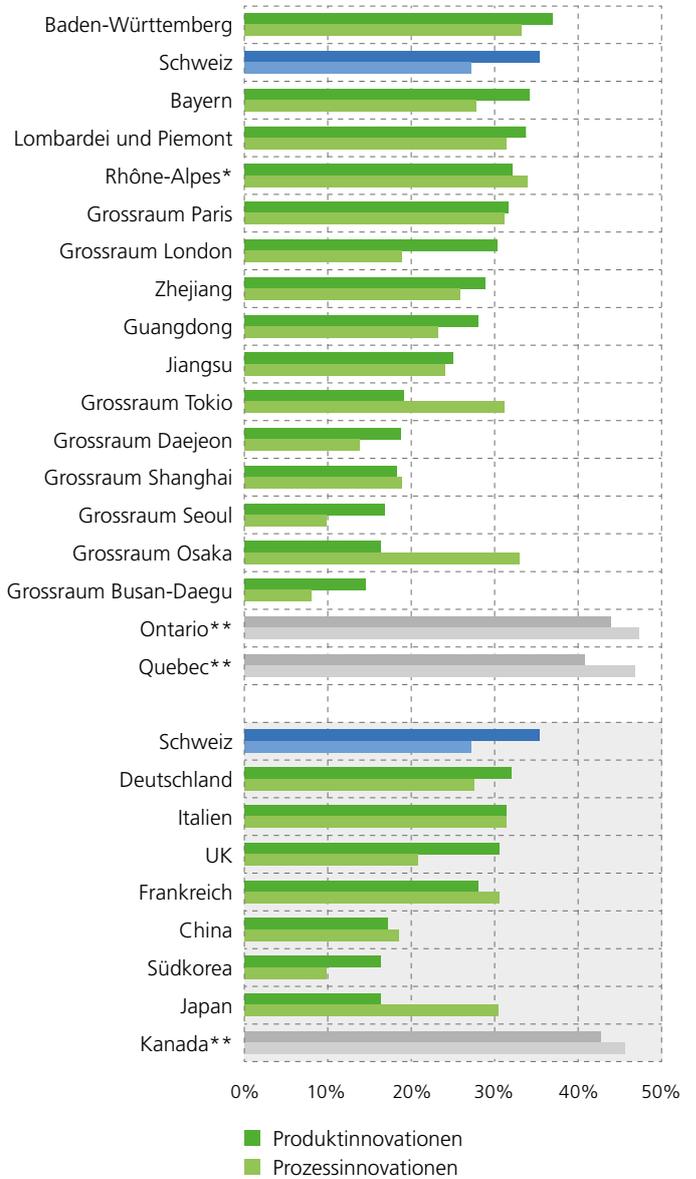
*Anzahl Forscher in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) für die US-Regionen geschätzt.
Quelle: Web of Science (WoS). Berechnungen des Fraunhofer-ISI und des ZEW

Abbildung B 13.5: Patentintensität in ausgewählten Regionen (Mittel der Jahre 2008–2016)



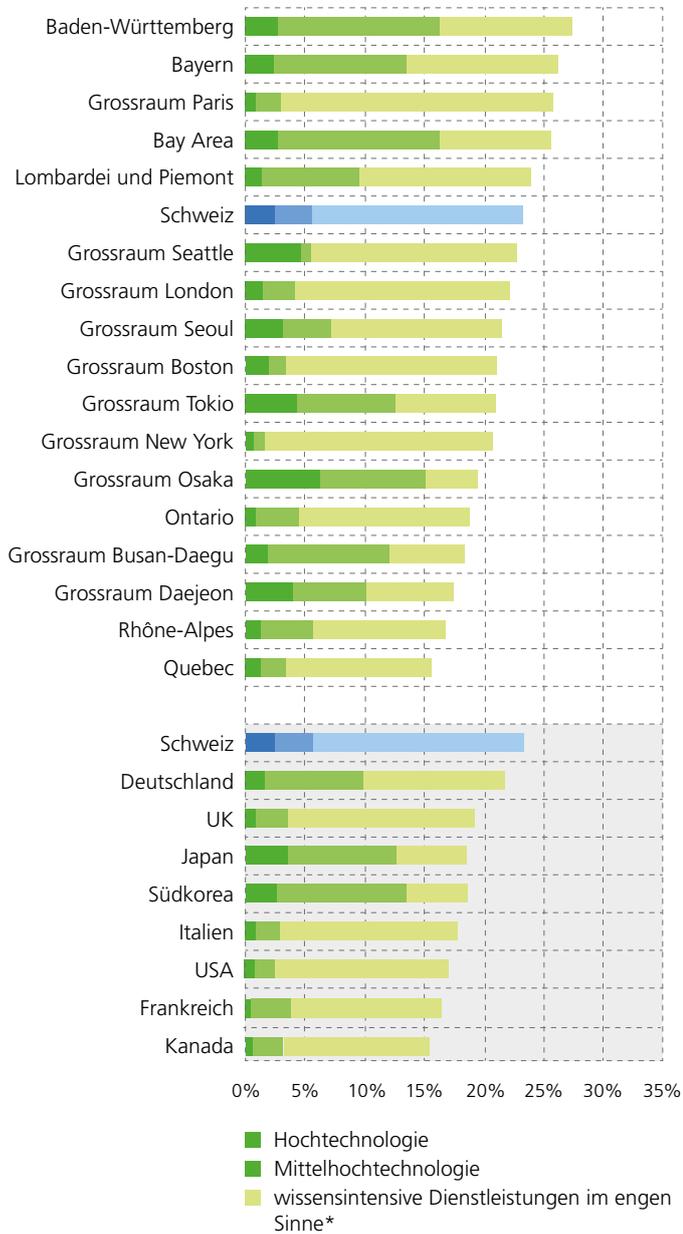
Quellen: OECD, Regpat, Berechnungen des ZEW

Abbildung B 13.6: Produkt- und Prozessinnovatorenquote in ausgewählten Regionen 2016/2017



*Rhône-Alpes inkl. der Region Auvergne
 **Für die kanadischen Regionen liegen lediglich Schätzwerte vor, die aus Erhebungen stammen, die nur bedingt mit den Standards von Innovationserhebungen vergleichbar sind. Auch ist die Branchenabgrenzung nicht direkt vergleichbar mit derjenigen, die den Innovationserhebungen in der Schweiz und der EU zugrunde liegt.
 Keine Daten verfügbar: USA
 Quellen: NBSC, NISTEP, STATCAN, STEPI, ZEW. Berechnungen des ZEW

**Abbildung B 13.7: Anteil an der Gesamtbeschäftigung
in % der wissensintensiven Branchen in ausgewählten
Regionen, 2018**



Ausnahme zum Referenzjahr 2018: Japan (2013), Südkorea (2015), USA (2015)
 *Information und Kommunikation, Finanzdienste, freiberufliche, wissenschaftliche
 und technische Dienste
 Keine Daten für chinesische Regionen verfügbar
 Quellen: Eurostat, STATSCAN, Statistics Japan, NISTEP, Statistics Korea, U.S. Census
 Bureau. Berechnungen des ZEW



TEIL C: SPEZIFISCHE THEMEN



NEST beschleunigt den Innovationsprozess im Gebäudebereich: Im modularen Forschungs- und Innovationsgebäude der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa und des Wasserforschungsinstituts Eawag, beides Institutionen des vom Bund getragenen ETH-Bereichs, werden neue Technologien, Materialien und Systeme unter realen Bedingungen getestet, erforscht, weiterentwickelt und validiert. Die enge Kooperation mit Partnern aus Forschung, Wirtschaft und öffentlicher Hand führt dazu, dass innovative Bau- und Energietechnologien schneller auf den Markt kommen. Bild: Zooey Braun, Stuttgart

Inhalt Teil C

Studie 1: Beitrag der Berufsbildung zu Innovation	133
Studie 2: Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation	169
Studie 3: Dienstleistungsinnovationen	201
Einleitung zu Studien 4 & 5	237
Studie 4: Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Unternehmen	243
Studie 5: Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschafts- organisationen	273
Studie 6: Schutz des geistigen Eigentums und Innovation in der Schweiz.	311
Studie 7: Digitalisierung als Treiber für innovative Geschäfts- modelle.	341

Teil C enthält vertiefte Analysen zu Fragestellungen mit zentraler Bedeutung für das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem. Dazu hatte die Begleit- und Expertengruppe des vorliegenden Berichts (siehe Anhang 3) zuhanden des SBFI verschiedene Themen eruiert und diese priorisiert. Dabei wurden sieben Themen ausgewählt.

Die sieben Studien wurden von Wissenschaftlern verfasst. Die Erarbeitung jeder Studie wurde von einer Projektgruppe begleitet (siehe Anhang 3).

Teil C enthält eine Kurzfassung der Studien. Die kompletten Untersuchungen sind in der Schriftenreihe des SBFI publiziert worden.

TEIL C: STUDIE 1

**Beitrag der Berufsbildung
zu Innovation**

Zusammenfassung

In der Schweiz leistet die Berufsbildung einen wesentlichen Beitrag zur Innovation in Betrieben und zur Innovationsfähigkeit der Gesamtwirtschaft. Sie sichert die für Innovationen notwendigen beruflichen Qualifikationen der Arbeitnehmer und bietet ihnen vielfältige Möglichkeiten für Höherqualifizierungen. Damit hilft sie, Innovationen voranzutreiben und schafft optimale Voraussetzungen für die Bewältigung von innovationsbedingtem Wandel am Arbeitsmarkt. In der Studie werden die für die Innovationsfähigkeit wichtigen Merkmale des Berufsbildungssystems der Schweiz herausgearbeitet und die wesentlichen Herausforderungen aufgezeigt. Dabei werden drei Ebenen (System, Betrieb und Individuum) unterschieden.

In der beruflichen Grundbildung (Sekundarstufe II) werden Fachkräfte mit berufspraktischen Wissen und einem breiten Spektrum an allgemeinen Kompetenzen ausgebildet. Dies geschieht auf der Basis von Curricula mit regelmässig aufdatierten und an den Arbeitsmarktanforderungen ausgerichteten Inhalten. Einen wichtigen Beitrag zur Innovationsfähigkeit leisten auch die Fachhochschulen, deren Studierende sich vornehmlich aus der Berufsbildung rekrutieren. Fachhochschulen stellen einen attraktiven Aufstiegskanal für Berufsbildungsabsolventen dar. Letztere haben in Betrieben eine wichtige Brückenrolle inne zwischen berufspraktischen Kenntnissen einerseits und Erkenntnissen aus angewandter Forschung und universitärer Grundlagenforschung andererseits.

Mit der systematischen Entwicklung von sogenannten Soft Skills wie Teamfähigkeit, Selbstorganisation oder Kommunikationsfähigkeiten werden im Rahmen der Berufsbildung Individuen indirekt für Innovationen vorbereitet. Auch die Vielfalt der beruflichen Höherqualifizierungs- und Aufstiegsmöglichkeiten stellt aus der Perspektive der Innovationsfähigkeit eine Stärke des Schweizer Bildungssystems dar und ermöglicht die Bewältigung sich ändernder Entwicklungen.

Die Analyse auf der Ebene des Systems zeigt, dass einerseits eine funktionierende Verbundpartnerschaft und andererseits die hohe Durchlässigkeit des (Berufs-)Bildungssystems entscheidende Elemente für die Innovationsfähigkeit sind. In der Verbundpartnerschaft arbeiten Bund, Kantone und Organisationen der Arbeitswelt inklusive Betriebe zusammen. Entscheidend für die Innovationswirkungen der beruflichen Grundbildung ist das systematische und kontinuierliche Updating der Curricula. Dies geschieht im Rahmen eines zyklischen Reformprozesses. Für dessen Innovationswirkung ist es essenziell, dass sich daran Unternehmen an der Innovationsfront beteiligen und so neuestes Wissen einbringen. Das auf Systemebene zweite wesentliche Element für die Innovationsfähigkeit ist die im (Berufs-)Bildungssystem eingebaute Durchlässigkeit. Eine hohe horizontale und vertikale Durchlässigkeit schafft gute Voraussetzungen, damit sich Arbeitskräfte im Verlaufe ihrer Bildungs- und Berufskarriere auf die sich mit Innovationen wandelnden Anforderungen einstellen können.

Eine Herausforderung auf der Systemebene ist die Sicherstellung eines angemessenen Interessenausgleichs zwischen den Anforderungen, die unterschiedliche Typen von Betrieben und Branchen an die Berufsbildung stellen. Eine zweite Herausforderung ist eine adäquate systemische Steuerung und Abstimmung zwischen Berufsbildungsinstitutionen und akademischen Bildungsinstitutionen. Eine Verwischung der Profile von Fachhochschulen und höherer Berufsbildung oder von Fachhochschulen und Universitäten gefährdet die Stärken des Schweizer Bildungssystems.

Die Analysen auf der Ebene des Betriebs zeigen, dass eine breite Beteiligung von Betrieben und ein diverser innerbetrieblicher Skill-Mix zwei wichtige Aspekte für die Innovationswirkungen der Berufsbildung sind. Die breite Beteiligung unterschiedlicher Typen von Betrieben an der beruflichen Grundbildung schafft einen guten Hebel für die Diffusion von Innovationswissen.

Auf Ebene der Betriebe stellen sich mehrere Herausforderungen: Dazu zählt erstens die Aufrechterhaltung ihrer Beteiligung am System der Berufsbildung und der verbundpartnerschaftlichen Zusammenarbeit. Zweitens sind die Gewinnung und Integration neuer und internationaler Betriebe für das Funktionieren des Berufsbildungssystems zentral. Eine dritte Herausforderung sind die zunehmenden Schwierigkeiten bei der Rekrutierung von geeigneten Auszubildenden.

Analysen aus der Perspektive des Individuums verdeutlichen, dass für ambitionierte Berufsbildungsabsolventen vorteilhafte Beschäftigungs- und Karriereaussichten einen ersten wesentlichen Aspekt für die Innovationsfähigkeit des Berufsbildungssystems darstellen. Einen weiteren Aspekt bilden die vielfältigen Möglichkeiten zur Höherqualifizierung auf Tertiärstufe und zur lebenslangen Weiterbildung. Auf Ebene des Individuums ist die wesentliche Herausforderung die Aufrechterhaltung der Attraktivität der Berufsbildung bei hochqualifizierten Jugendlichen, damit diese trotz guter Einkommen, Karriereoptionen und Aufstiegsmöglichkeiten mit beruflichen Bildungen nicht zunehmend in Richtung akademischer Ausbildungsgänge drängen.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Prof. Dr. Uschi Backes-Gellner und Dr. Curdin Pfister (Universität Zürich) verfasst wurde. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBFI veröffentlicht (www.sbf.admin.ch).

Inhalt Studie 1

1.1	Einleitung	139
1.2	Systemebene: Innovationsrelevante Strukturmerkmale des Berufsbildungssystems der Schweiz	142
1.2.1	Rechtliche und institutionelle Rahmenbedingun- gen des Berufsbildungssystems der Schweiz	
1.2.2	Sicherstellung zukunftsweisender Kompetenz- profile über regelmässige Aktualisierung von Curricula	
1.2.3	Durchlässigkeit im Bildungssystem und Anpassungsfähigkeit von Berufsbildungs- absolventen bei neuen Qualifikationsanforde- rungen	
1.2.4	Rolle der Organisationen der Arbeitswelt für die Innovationsfähigkeit des Berufsbildungssystems der Schweiz	
1.2.5	Beruflich-akademischer Skill Mix und Innovation: Empirische Befunde	
1.3	Betriebliche Ebene	152
1.3.1	Beteiligung der Betriebe an beruflicher Grund- bildung und Nachfrage nach Lehrstellen	
1.3.2	Bildungsdiversität und Innovationsoutputs in Unternehmen	
1.3.3	Bildungsdiversität und Wissens-Spillovers in mehrere Richtungen	
1.3.4	Moderatoren des Zusammenhangs von Qualifika- tionsstrukturen und Innovation: Personalpolitik, Unternehmensstrategie und Organisation	
1.4	Individuelle Ebene.	157
1.4.1	Flexibilität und berufliche Mobilität bei sich wandelnden Arbeitsanforderungen	
1.4.2	Individuelle Höherqualifizierung und Weiter- bildung bei steigenden Arbeitsanforderungen	
1.4.3	Erwerbsverläufe, Aufstiegsmöglichkeiten und Anreize zu Weiterqualifizierung und Innovation	
1.5	Schlussfolgerungen und Herausforderungen.	162

1 Beitrag der Berufsbildung zu Innovation

1.1 Einleitung

Die Berufsbildung leistet in der Schweiz einen wesentlichen Beitrag zur Innovation in Betrieben und zur Innovationsfähigkeit der Gesamtwirtschaft. Sie sichert die für Innovationen notwendigen beruflichen Qualifikationen, hilft Innovationen voranzutreiben und schafft wichtige Voraussetzungen für die Bewältigung von innovationsbedingtem Wandel auf dem Arbeitsmarkt.

Im Folgenden wird diesen Zusammenhängen im Detail nachgegangen. Es werden sowohl die Grundlagen als auch die Auswirkungen und die zukünftigen Herausforderungen behandelt. Zunächst aber klärt dieses Kapitel die in dieser Studie verwendeten Begriffe und skizziert in aller Kürze die institutionellen Grundlagen des heutigen Berufsbildungssystems der Schweiz. Das Kapitel schliesst ab mit einer Präzisierung der Fragestellung und dem weiteren Vorgehen der Studie.

Begriffsklärungen

Unter Berufsbildung sind in der vorliegenden Studie solche Bildungsgänge der Sekundarstufe II gefasst, die zu einem formalen Abschluss führen. Der Fokus liegt auf der beruflichen Grundbildung, in der ungefähr 70 % eines Altersjahrgangs ausgebildet werden (SKBF, 2018). Zudem werden in aller Kürze auch die typischen Aufstiegskanäle für Absolventen einer beruflichen Grundbildung auf der Tertiärstufe betrachtet, weil diese eine wichtige Komponente und Erfolgsvoraussetzung des Schweizer Berufsbildungssystems darstellen. Aufstiegskanäle auf der Tertiärstufe sind neben der höheren Berufsbildung vor allem die Fachhochschulen, deren Studierende in der Regel Berufsbildungsabsolventen sind. Die Schaffung der Fachhochschulen hat damit wesentlich zu einer gesteigerten Attraktivität des Berufsbildungssystems und der Innovationsfähigkeit beigetragen.

Der Schwerpunkt dieser Studie liegt jedoch auf der beruflichen Grundbildung respektive der dualen Berufslehre. Berufliche Grundbildungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie drei Lernorte kombinieren und die Ausbildungsinhalte gemäss einem offiziellen und verbindlichen Curriculum¹ vermitteln. Lernorte sind die Betriebe (in der Regel drei bis vier Tage pro Woche) sowie die Berufsfachschulen (in der Regel ein bis zwei Tage pro Woche) und die überbetrieblichen Kurse in Ausbildungszentren (abhängig vom Beruf dauern diese im Schnitt zwischen 16 und 30 Tagen).

Die vorliegende Studie verwendet einen sehr weiten Innovationsbegriff, basierend auf der Definition im Oslo Manual (OECD & Eurostat, 2018). Grundsätzlich sind alle dort genannten Arten

von Innovationen in die Analysen eingeschlossen. An den Stellen, wo sich die referierten Studien explizit nur auf ganz bestimmte Innovationstypen beschränken, kommen auch engere Definitionen zum Zug.

Skizzierung des heutigen Bildungssystems der Schweiz

Ein besonderes Kennzeichen des Schweizer Bildungssystems (Abbildung C 1.1) ist, dass es im Anschluss an die obligatorische Schule auf einem beruflichen und einem akademischen Pfeiler aufbaut. Da das Bildungssystem nach dem Prinzip «Kein Abschluss ohne Anschluss» konzipiert ist, bietet sich allen Absolventen der Sekundarstufe II ein vielfältiges Angebot an formalen Bildungswegen auf der Tertiärstufe. Dies gilt für Absolventen der beruflichen Grundbildung ebenso wie für Individuen mit gymnasialer Maturität oder Fachmittelschulabschluss.

Die in Abbildung C 1.1 zu erkennende Vielfalt des Bildungssystems der Schweiz stellt einen Vorteil für die Innovationsfähigkeit dar, da sie für unterschiedlichste Interessen, Fähigkeiten, Neigungen und Anforderungen der Arbeitswelt jeweils unterschiedliche Bildungsmöglichkeiten bereit hält.² Diese sind gleichzeitig systemisch miteinander verzahnt und stellen dadurch eine grosse Durchlässigkeit sicher. Durchlässigkeit und Anschlussfähigkeit im Bildungssystem sowie mit dem Arbeitsmarkt sind wiederum Voraussetzungen für lebenslange Lernprozesse, die ihrerseits eine Voraussetzung für die Umsetzung von Innovationen (insbesondere in alternden Gesellschaften) darstellen (siehe Kapitel 1.3 und 1.4). Das Bildungssystem der Schweiz legt mit seinen zwei Pfeilern, seiner Vielfalt und mit der systemisch gewährleisteten Durchlässigkeit die qualifikatorischen Grundlagen für Innovationen in Betrieben.

Da sich innovative Volkswirtschaften ständig neuen Herausforderungen stellen müssen, ist aber auch die Entwicklungsfähigkeit des Berufsbildungssystems selbst, die im Folgenden behandelt wird, von entscheidender Bedeutung.

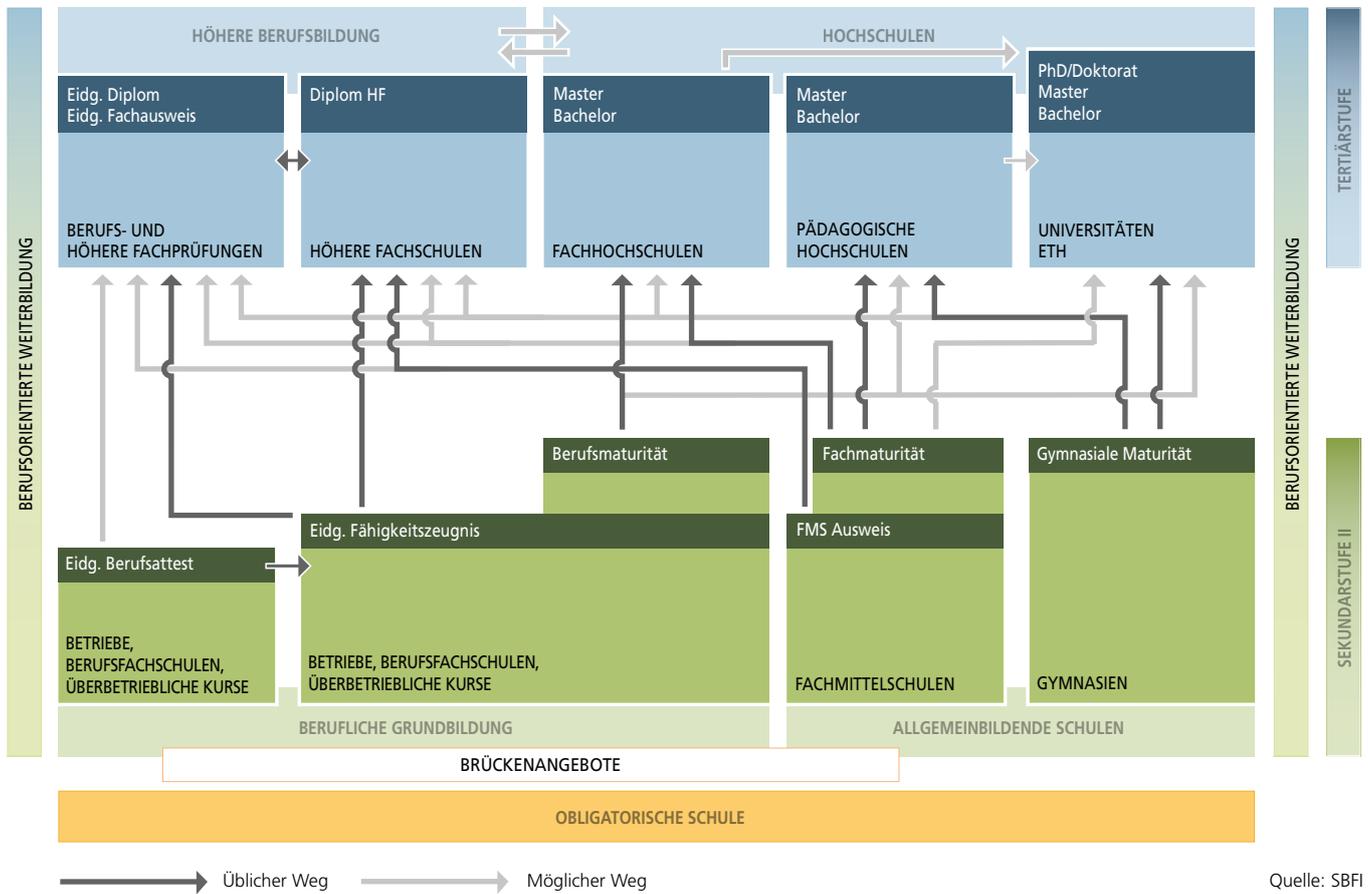
Innovationsrelevante jüngere Entwicklungen des (Berufs-)Bildungssystems der Schweiz

Wie ein schematischer Überblick des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) zu den historischen Entwicklungen des Schweizer Bildungssystems zeigt, hat sich dieses (wie auch das Forschungs- und Innovationssystem) seit den Anfängen kontinuierlich verändert (SBFI, 2018b). Im Folgenden sind diejenigen Reformen skizziert, die einerseits mit der beruflichen Grundbildung in Zusammenhang stehen und andererseits die Innovationsleistung der Wirtschaft direkt oder indirekt beeinflusst haben.

¹ Unter «Curriculum» wird im Folgenden alles zusammengefasst, was die Inhalte einer beruflichen Grundbildung festlegt. Dies sind die berufstypischen Handlungskompetenzen eines Berufs, die in den Bildungsverordnungen und in den dazugehörigen Bildungsplänen sowie in der Verordnung über die Mindestvorschriften für die Allgemeinbildung in der beruflichen Grundbildung festgelegt sind.

² Weitere Informationen zum Schweizer Bildungssystem sind zum Beispiel in den Bildungsberichten der Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung 2007, 2010, 2014, 2018, auf der Webseite des SBFI (<https://www.sbf.admin.ch/sbfi/de/home/bildung/hbb/allgemeine-informationen-ep.html>) oder dem Schweizer Bildungsserver (<http://bildungssystem.educa.ch/de>) zu finden.

Abbildung C 1.1: Das Schweizer Bildungssystem



Eine substantielle Veränderung stellte in den 1990er Jahren die Gründung der Fachhochschulen dar. Diese neuen Bildungsinstitutionen hatten unter anderem das Ziel, die Attraktivität beruflicher Bildungskarrieren zu erhöhen und neue Aufstiegsmöglichkeiten für Absolventen von Berufslehren bereitzustellen. Gleichzeitig sollte durch die Gründung der Fachhochschulen die Zusammenarbeit zwischen Privatwirtschaft und Forschungsinstitutionen gefördert und durch deren Fokus auf anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung die (regionale) Wirtschafts- und Innovationskraft gesteigert werden (siehe auch Kapitel 1.2 und 1.3). Parallel zu den Fachhochschulgründungen wurde im Vorfeld auch die Berufsmaturität, die als Zulassungskriterium für ein Fachhochschulstudium fungiert, neu geregelt.

Eine der wichtigsten Veränderungen stellte aber das im Jahr 2004 in Kraft gesetzte Berufsbildungsgesetz (BBG) dar. Dieses regelt sämtliche Berufe der Berufsbildung in einem einheitlichen Gesetz. Im Zuge der Einführung des Gesetzes wurden nicht nur alle Ausbildungsreglemente durch neue Bildungsverordnungen abgelöst, sondern auch ein standardisierter und kontinuierlicher Prozess zur Aktualisierung der Curricula etabliert. Dieser dient dazu, die beruflichen Grundbildungen auf dem jeweils neuesten Stand zu halten. Im BBG wurden zudem die dafür notwendigen verbundpartnerschaftlichen Gremien von Bund, Kantonen und

Organisationen der Arbeitswelt geregelt. Das Berufsbildungsgesetz ist damit nicht nur zentral für die strategische Steuerung der Berufsbildung, sondern auch für die Innovationskraft des Berufsbildungssystems selbst (siehe Kapitel 1.2 und 1.3).

Präzisierung der Fragestellung

Die folgenden Analysen des Berufsbildungssystems zielen darauf ab, seine für die Innovationsfähigkeit der Schweiz wichtigen strukturellen Merkmale seiner Institutionen, Prozesse und Akteure herauszuarbeiten. Die Analysen erheben nicht den Anspruch einer vollständigen Betrachtung aller Aspekte der dualen Berufsbildung in der Schweiz, die weit über die Innovationsfrage hinausgehen können und die in anderen Kontexten analysiert werden (vgl. hierzu bspw. die umfassenden Forschungsspektren und Publikationen der verschiedenen, vom SBFI finanzierten Leading Houses für Berufsbildung).³

³ Beiträge zur berufsbildungsökonomischen Forschung der Schweiz finden sich insbesondere im Leading House Berufsbildungsökonomie, siehe <http://www.educationeconomics.uzh.ch/en.html>. Forschungsergebnisse weiterer Fachgebiete finden sich bei weiteren vom SBFI finanzierten Leading Houses, siehe www.sbf.admin.ch/leadinghouses, sowie in der SKBF-Datenbank zur schweizerischen Bildungsforschung (<http://www.skbf-csre.ch/bildungsforschung/datenbank/>).

Identifizierung kausaler Effekte und fehlende Daten als zentrale Probleme empirischer Wirkungsanalysen

Identifizierung kausaler Effekte

Das zentrale Problem bei der Abschätzung der Wirkung von Berufsbildung auf Innovation ist – wie bei jeder anderen wirtschaftspolitischen Massnahme auch – die Identifizierung kausaler Effekte (für weitere Informationen siehe Langversion). Einfache Vergleiche von Mittelwerten eines Innovationsmasses (z.B. der Patentierung) zwischen Unternehmen mit und ohne Berufsbildung reichen nicht aus, um kausale Effekte nachzuweisen. Dafür muss zuerst sichergestellt sein, dass es nicht andere Gründe gibt, die für die beobachteten Unterschiede verantwortlich sein könnten. Eine Korrelation zwischen der Ergebnisvariable Innovation und einer Massnahme kann etwa auch durch «umgekehrte Kausalität» erfolgen.

Dies verdeutlicht ein Beispiel: Wenn etwa eine positive Korrelation zwischen einer betrieblichen Fördermassnahme und dem Unternehmenserfolg auftritt, dann muss der Grund nicht sein, dass die Fördermassnahme einen positiven kausalen Effekt auf die Betriebe hat. Es kann vielmehr sein, dass wirtschaftlich erfolgreiche Betriebe generell erfolgreicher bei der Einwerbung von Fördermassnahmen sind (Kugler et al., 2014). Weitere Gründe können «nicht gemessene oder nicht messbare Eigenschaften der Unternehmen» (omitted variables) sein, die den Unternehmenserfolg treiben. Für eine kausale Analyse müsste man eigentlich wissen, was das Ergebnis ein und desselben Unternehmens «mit Massnahme» und «ohne Massnahme» (also im sogenannten kontrafaktischen Zustand) ist beziehungsweise wäre. Die Nichtteilnahme, also der kontrafaktische Zustand, kann aber nie beobachtet werden, wenn das Unternehmen an der

Massnahme teilgenommen hat. Deshalb versucht die Forschung mit ökonometrischen Methoden und der Wahl geeigneter Vergleichsgruppen möglichst genau zu bestimmen, was wohl das Ergebnis «ohne Massnahme» gewesen wäre (ein Beispiel für eine ökonometrische Lösung des Problems liefert die in diesem Bericht zitierte Studie von Pfister et al. (2018) zu den Effekten der Etablierung von Fachhochschulen auf Patentierungsaktivitäten).

Fehlende Daten

Ein zusätzliches Problem empirischer Wirkungsanalysen ist, dass die verschiedenen statistischen Verfahren für kausale Wirkungsanalysen eine gute Datengrundlage voraussetzen. Längsschnitt- oder sogenannte Paneldaten – sowohl für Individuen als auch für Betriebe – sind für solche Analysen von besonderem Wert. Leider sind Längsschnittdaten in der Schweiz für viele Fragestellungen nicht oder nur sehr selektiv verfügbar und untereinander verknüpfbar. Dabei kann die Verknüpfung verschiedener Datenquellen die Möglichkeiten statistischer Wirkungsanalysen deutlich verbessern. Hierzu braucht es Unternehmens- und / oder Personenidentifikatoren, mit deren Hilfe unterschiedliche Datenquellen (z.B. Bildungsdaten mit Arbeitsmarktdaten oder Innovationsdaten) verknüpft und ausgewertet werden können. Entscheidend ist auch, ob solche Daten den Forschern einfach zugänglich sind. Sogenannte Forschungsdatenzentren (in Kooperation mit statistischen Ämtern oder Behörden) stellen hierbei eine grosse Erleichterung dar und gehören im europäischen Ausland mittlerweile zum Standard (siehe etwa die Forschungsdatenzentren von «Statistics Denmark», des IAB oder des BIBB).

Ausgangspunkt der Analysen ist, dass der Beitrag der Berufsbildung zur Innovation sich aus einem Zusammenspiel von drei verschiedenen Ebenen ergibt. Diese sind erstens die Systemebene (inklusive Staat), auf der die Steuerung des Gesamtsystems und der schulischen Ausbildungsanteile erfolgt,⁴ zweitens die betriebliche Ebene, die für die Qualität und Quantität der Ausbildung im Betrieb relevant ist und drittens die individuelle Ebene, die vor allem bestimmt, welche Talente für die Berufsbildung zur Verfügung stehen und ausgebildet werden.

Bei den Analysen werden jeweils die spezifischen Aspekte des Schweizer Berufsbildungssystems und empirische Analysen basierend auf Schweizer Daten im Mittelpunkt stehen. Dabei geht es

zwar um die Abschätzung der Wirkung unterschiedlicher Massnahmen und Charakteristika des Berufsbildungssystems auf Innovation, oft liegen aber aufgrund mangelnder Datengrundlage keine im strengen Sinne kausalen Analysen vor (siehe Kasten oben). Stattdessen werden dann auch einfache deskriptive Zusammenhänge aufgezeigt und entsprechend vorsichtige Schlussfolgerungen gezogen. Wo es um generalisierbare Zusammenhänge geht oder wo keine geeigneten Daten zur Schweiz für die entsprechenden Analysen vorliegen, wird auch Bezug genommen auf Erkenntnisse aus international vergleichenden Studien (für einen Überblick siehe Wolter & Ryan, 2011) und von ausländischen Bildungssystemen (insbesondere von solchen mit dualer Berufsbildung oder auch, wo es um Dysfunktionalitäten geht, von solchen ohne Berufsbildung).

⁴ Während Volksschulen, Gymnasien und universitäre Hochschulen in den Kompetenzbereich der Kantone fallen, wird die Berufsbildung vom Bund reguliert und verbundpartnerschaftlich, das heisst unter Einbezug von staatlichen und wirtschaftlichen Akteuren, gesteuert.

1.2 Systemebene: Innovationsrelevante Strukturmerkmale des Berufsbildungssystems der Schweiz

Dieses Kapitel beschreibt zunächst in aller Kürze die rechtlichen und institutionellen Rahmenbedingungen des Schweizer Berufsbildungssystems, um dann im Detail auf besonders innovationsrelevante Merkmale des Systems einzugehen und deren Wirkung zu analysieren.⁵ Die Analysen basieren schwerpunktmässig auf wirtschaftswissenschaftlicher Literatur, beziehen im Einzelfall aber auch politikwissenschaftliche, soziologische, pädagogische oder andere Disziplinen mit ein.

Insbesondere international vergleichende Studien haben darauf hingewiesen, dass zwei Aspekte für die Funktionsfähigkeit eines Berufsbildungssystems wichtig sind (siehe auch Bolli et al., 2018a; Busemeyer & Trampusch, 2012; Wolter & Ryan, 2011).

- Der erste zentrale Aspekt ist die Beteiligung aller wichtigen Akteure. Im Berufsbildungssystem der Schweiz ist nicht nur der Staat (Bund und Kantone) involviert, sondern es beteiligen sich sehr stark auch die Organisationen der Arbeitswelt (OdA): Arbeitgeberorganisationen, Gewerkschaften und Berufsverbände. Diese nehmen eine zentrale Rolle unter anderem in der Gestaltung und Reform beruflicher (Grund-)Bildungen ein (siehe Kapitel 1.2.2 und 1.2.4). Auch die Betriebe sind ein wichtiger Akteur und, wo Gesamtarbeitsverträge vorliegen, auch Arbeitnehmerorganisationen. Betriebe stellen Ausbildungsplätze zur Verfügung und tragen damit substantiell zu Administration, Unterrichtung und Finanzierung der beruflichen Grundbildung bei (siehe Kapitel 1.3).
- Der zweite wichtige Aspekt bezieht sich darauf, wie diese unterschiedlichen Akteure miteinander interagieren. International vergleichende Studien argumentieren, dass erfolgreiche Berufsbildungssysteme sich durch eine kooperative Organisation von Akteuren aus Staat und Arbeitswelt auszeichnen (siehe z.B. Bolli et al., 2018a; Busemeyer & Trampusch, 2012; Wolter & Ryan, 2011). Charakteristisches Merkmal in der Schweiz ist, dass Bund, Kantone und OdA inklusive Betriebe verbundpartnerschaftlich zusammenarbeiten. Die Rahmenbedingungen und Details dieser kollektiven oder verbundpartnerschaftlichen Organisation werden im Folgenden genauer analysiert.

1.2.1 Rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen des Berufsbildungssystems der Schweiz

In der Schweiz fällt die Regulierung der Berufsbildung in den Kompetenzbereich des Bundes. Damit ist die Berufsbildung bezüglich ihrer wichtigsten Vorgaben, Grundlagen und Ausbildungsinhalte schweizweit einheitlich geregelt (Bundesverfassung, Art. 63). Neben dem Bund sind die Kantone und die OdA Akteure des Berufs-

bildungssystems, die sich dieser Aufgabe gemäss Berufsbildungsgesetz (BBG, Art. 1, Abs. 1) verbundpartnerschaftlich annehmen (SBFI, 2017a).

Der Bund übernimmt die Rolle der strategischen Steuerung und Entwicklung des Berufsbildungssystems. Er ist einerseits zuständig für die gesetzlichen Grundlagen wie das Berufsbildungsgesetz und die dazugehörige Berufsbildungsverordnung. Andererseits erlässt er auf Antrag der OdA neue oder revidierte Bildungsverordnungen (BBG, Art. 19) und genehmigt Prüfungsverordnungen in der höheren Berufsbildung (BBG, Art. 28) sowie Rahmenlehrpläne für höhere Fachschulen (MiVo-HF, Art. 8, Abs. 2). Damit kommt dem Bund eine wichtige Rolle bei der Qualitätssicherung und Weiterentwicklung der Berufsbildung zu. Das SBFI fungiert dabei als Kompetenzzentrum des Bundes für national und international ausgerichtete Fragen der Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik (SBFI, 2017a).

Die Kantone sind zuständig für die Umsetzung, das heisst den Vollzug (mittels Vollzugsvorschriften) des Berufsbildungsgesetzes und der Bildungsverordnungen, sowie für die betriebliche und schulische Aufsicht (BBG, Art. 24).

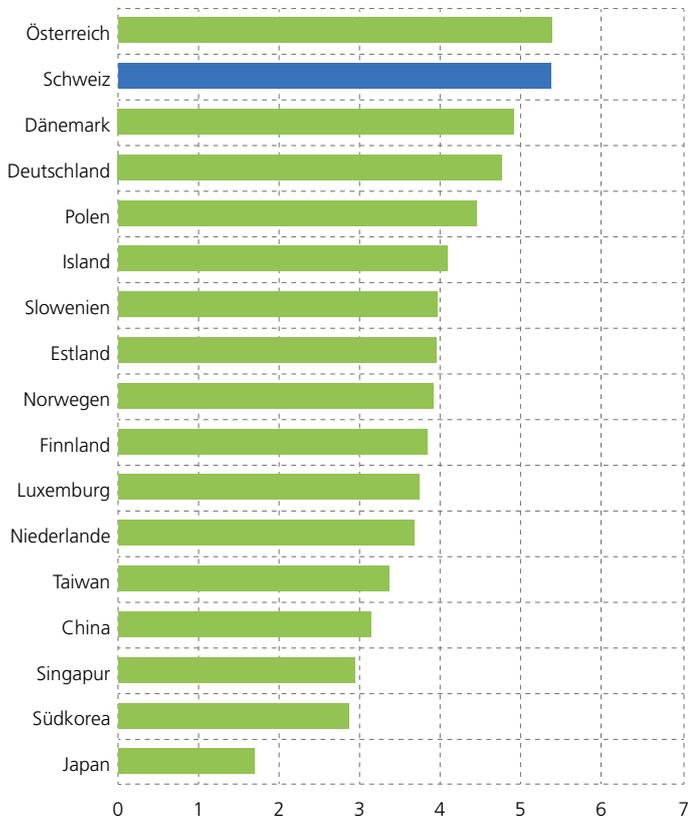
Die OdA sind zuständig für Bildungsinhalte und Ausbildungsplätze. Zu ihnen gehören gemäss Berufsbildungsgesetz (BBG, 2002, Art. 1) Berufsverbände und Branchenorganisationen sowie Sozialpartner und andere Organisationen und Anbieter der Berufsbildung und damit indirekt auch ausbildende Betriebe. Während die Spitzenverbände (auf nationaler Ebene zum Beispiel der Schweizerische Arbeitgeberverband oder der Schweizerische Gewerkschaftsbund) vor allem politisch bezüglich übergeordneter Fragen der Berufsbildung tätig sind, befassen sich Berufs- und Branchenverbände mit den Anliegen ihrer jeweiligen Berufe oder ihrer Branche. Sie sind federführend bei der Revision und Schaffung von Bildungsverordnungen und den dazugehörigen Bildungsplänen. Sie definieren also Bildungsinhalte und ergreifen die Initiative, wenn es um die Reform von bestehenden Berufen oder um die Entwicklung neuer Berufe geht. Oftmals sind sie auch Träger von Ausbildungsstätten (in denen z. B. überbetriebliche Kurse, Vorbereitungen auf eidgenössische Prüfungen oder berufsorientierte Weiterbildung stattfinden), stellen Experten für die Qualifikationsverfahren und sind bei den eidgenössischen Berufs- und höheren Fachprüfungen und den Bildungsangeboten der höheren Fachschulen auf der Stufe der höheren Berufsbildung sowohl gestaltend als auch vollziehend tätig. Ihr Einfluss auf inhaltliche, konzeptionelle und strategische Fragen der Berufsbildung ist massgeblich.

Kopplung zwischen Bildungssystem und Arbeitsmarkt als zentrales Element

Die verbundpartnerschaftliche Zusammenarbeit von Bund, Kantonen und OdA ist eine der zentralen Eigenschaften des Schweizer Berufsbildungssystems, da hierdurch die für den Arbeitsmarkterfolg und die Innovationsfähigkeit wichtige Kopplung zwischen dem Bildungssystem und den Bedürfnissen der Wirtschaft sichergestellt wird. Wie Abbildung C 1.2 zeigt, ist die Schweiz bezüglich eines Index zur Verkopplung von Arbeitsmarkt und Bildungssystem,

⁵ Neben innovationsrelevanten Merkmalen ist auch die Entwicklung des Systems selbst wichtig. Hierfür braucht es in sinnvollen Abständen Strategiediskussionen und institutionalisierte Prozesse, wie sie beispielsweise mit dem Strategieprozess Berufsbildung 2030 angeregt wurden.

Abbildung C 1.2: Ländervergleich Education-Employment Linkage Index (EELI-Index)



EELI-Index: Indexwert, der die Verzahnung von Arbeitswelt und Berufsbildungssystem auf einer Skala zwischen 0 (keine) und 7 (hohe Verzahnung) darstellt
Quelle: Darstellung Backes-Gellner & Pfister (in Anlehnung an Renold et al., 2016)

der von 0 bis maximal 7 reicht, mit einem Wert von über 5 hervorragend aufgestellt. Sie nimmt mit Österreich im internationalen Vergleich einen Spitzenplatz ein (siehe auch Caves & Renold, 2016; SKBF, 2018).

Durch diese systemische Verkopplung von Bildungssystem und Arbeitsmarkt entstehen zwei Vorteile:

- Erstens können systematisch Informationen und Ressourcen aus beiden Domänen für die zukunftsweisende Weiterentwicklung des Gesamtsystems und einzelner Berufsbilder genutzt werden.
- Zweitens entstehen durch die institutionalisierte Verkopplung der Berufsbildung mit dem Arbeitsmarkt starke Anreize zur Weiterentwicklung der Berufsbildung. Die kontinuierlich dem Wettbewerb des Marktes ausgesetzten innovativen Unternehmen haben ein starkes Interesse an der Vermittlung von zeitgemässen (und damit wettbewerbsfähigen) Qualifikationen und daraus resultierend an einer entsprechenden Aktualisierung der Curricula der für sie relevanten Ausbildungen.

1.2.2 Sicherstellung zukunftsweisender Kompetenzprofile über regelmässige Aktualisierung von Curricula

Eine zentrale Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft sind Arbeitskräfte, deren Qualifikationen nach der Erstausbildung auf dem neuesten Stand der Technik sind und die eine Grundlage für lebenslanges Lernen bieten, so dass sich die Arbeitskräfte im Laufe ihres Erwerbslebens kontinuierlich neuer Herausforderungen annehmen können. Diese Voraussetzungen müssen über entsprechende Curricula in der dualen Berufsbildung sichergestellt werden.

Curricula enthalten neben technologisch-fachlichen Kompetenzen auch Methoden- und Sozialkompetenzen:

- Erstens müssen die in den Curricula festgelegten fachlichen Kompetenzen den neuesten technologischen Standards des jeweiligen Berufes entsprechen (BBG, 2002, Art. 15, Abs. 1 und 2), damit die ausgebildeten Arbeitskräfte in modernen Produktionsprozessen produktiv einsetzbar beziehungsweise für die Einführung neuester Technologien und Prozesse offen und vorbereitet sind. Voraussetzung für solche zukunftsorientierten Curricula ist, dass deren Inhalte in einem systematischen Curriculum-Aktualisierungsprozess kontinuierlich angepasst und technologisch aktuell gehalten werden.
- Zweitens müssen die in den Curricula festgelegten Methoden- und Sozialkompetenzen die Grundlage für lebenslanges Lernen legen (BBG, Art. 15, Abs. 2). Sie sollen den Berufsbildungsabsolventen helfen, zukünftig notwendige Anpassungen an technologische oder institutionelle Veränderungen zu meistern oder im Idealfall diese sogar zu fördern (siehe auch Kapitel 1.4.2 und 1.4.3). Auch bezüglich der Methoden- und Sozialkompetenzen müssen die Inhalte der Curricula durch einen systematischen Curriculum-Aktualisierungsprozess kontinuierlich aktuell gehalten werden. Voraussetzung für solche zukunftsorientierte Curricula ist, dass ihre Inhalte in einem systematischen Aktualisierungsprozess kontinuierlich angepasst und aktuell gehalten werden.

Im Berufsbildungssystem der Schweiz ist ein solcher Prozess zur systematischen Aktualisierung von Curricula durch unterschiedliche Mechanismen und durch die institutionalisierte Beteiligung verschiedener Akteure fest etabliert. Einerseits legen die Bildungsverordnungen eine periodische Überprüfung der beruflichen Grundbildungen fest, bei der laufend (mindestens alle fünf Jahre) die Bildungsverordnungen und deren jeweilige Bildungspläne nach neuen Entwicklungen technologischer, wirtschaftlicher, ökologischer, sozialer und kultureller oder didaktischer Natur untersucht werden müssen (BBG, Art. 15, Abs. 2). Andererseits gibt es zur Erfüllung dieser Aufgabe fest etablierte Prozesse und Institutionen. Die Aufgabe obliegt der jeweiligen Kommission für Berufsentwicklung und Qualität (Kommissionen B&Q), eine verbundpartnerschaftlich zusammengesetzte Kommission von Vertretern des SBFI (gemäss BBV, 2003, Art. 12, Abs. 1), der OdA, der Kantone und der Fachlehrerschaft (gemäss jeweiliger Bildungsverordnung). Sie ist unter anderem zuständig für die Überprüfung der Anforderungen und Ziele der beruflichen Grundbildung und steht für deren Qualität ein.

Die Überarbeitung oder Neuentwicklung beruflicher Grundbildungen findet im Prinzip in fünf Phasen statt. Diese werden im Folgenden schematisch aufgearbeitet und anhand von zwei Fallbeispielen, der Überarbeitung von MEM-Berufen aus dem Jahr 2009 (Fallbeispiel 1) und der Überarbeitung des Zahntechnikerberufes aus dem Jahr 2018 (Fallbeispiel 2), illustriert.

- Phase 1: Der Beruf und dessen berufliche Handlungskompetenzen werden im Vergleich zu anderen Berufen analysiert (siehe auch Handbuch «Prozess der Berufsentwicklung in der beruflichen Grundbildung»; SBFI, 2017b; Caves & Renold, 2016). Zum einen wird dabei in einer Tätigkeitsanalyse das berufstypische Tätigkeitsprofil definiert. Zum anderen werden in der Berufsentwicklungsanalyse die technologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen betrachtet, die einen Einfluss auf die Positionierung und die Entwicklung des Berufes haben können.
- Phase 2: Das Qualifikationsprofil (das die beruflichen Handlungskompetenzen und das Anforderungsniveau des Berufes definiert) wird festgelegt, der Bildungsplan entwickelt und ein erster Entwurf der Bildungsverordnung erstellt.

Federführend in den ersten beiden Phasen sind die OdA, die vor allem Informationen und Erkenntnisse von ihren Mitgliedunternehmen, insbesondere auch jenen an der technologischen Front, aggregieren und in die Neuentwicklung der Curricula einbringen. Da im Wettbewerb stehende innovative Unternehmen ein grosses Interesse daran haben, ihre Arbeitskräfte nicht in veralteten, sondern in zukunftsweisenden Qualifikationen zu unterrichten, finden über den Kanal der Beteiligung innovativer Unternehmen an der Curriculum-Aktualisierung insbesondere auch zukunftsweisende und an neuesten Innovationen ausgerichtete Qualifikationen ihren Eingang in die überarbeiteten Curricula.

- Phasen 3 und 4: Es findet zum einen eine Konsistenzprüfung durch das SBFI statt. Zum andern werden Bildungsverordnung, Bildungsplan und Qualifikationsprofil in eine Vernehmlassung geschickt, um Rückmeldungen der Verbundpartner einzuholen. Das SBFI genehmigt, erlässt und publiziert diese nach allfällig erforderlicher Bereinigung.
- Phase 5: Die OdA und Kantone implementieren die neue Bildungsverordnung und den neuen Bildungsplan unter anderem durch Erstellung von Schullehrplänen, Konkretisierung der Qualifikationsverfahren oder Umsetzung überbetrieblicher Kurse. Zudem müssen sämtliche involvierte Partner und Akteure weitergebildet oder zumindest informiert werden.

Dieser zyklische Reformprozess, in dem sowohl das aktuelle Tätigkeitsprofil als auch mögliche zukünftige Entwicklungen eines Berufes analysiert werden, führt erstens zu adäquat qualifizierten Arbeitskräften. Zweitens begünstigt dieser Prozess die Diffusion von Innovationswissen. Die mit dem zyklischen Reformprozess einhergehenden systematischen Aktualisierungen der Berufsausbildungen bewirken, dass den aktuellen Berufslernenden ein Wissen auf dem neuesten Stand vermittelt wird. Damit sind die Absolventen sehr gut auf die Arbeit in innovativen Unternehmen

vorbereitet und helfen im Rahmen divers qualifizierter Teams, die Innovationen weiter voranzutreiben.

Darüber hinaus hat jedoch der systematische Aktualisierungsprozess der Curricula zusätzlich auch noch einen eigenständigen innovationstreibenden Effekt in Unternehmen, die noch nicht an der Innovationsfront sind. Dieser Innovationseffekt beruht darauf, dass bei der Aktualisierung von Curricula systematisch Informationen aus innovativen Unternehmen der Branche und von der Innovationsfront gesammelt und die ermittelten neuen Kompetenzanforderungen in die Reformen der Curricula eingebracht werden (siehe Fallbeispiel 2 zur Verbreitung der Digitalisierung bei Zahn-technikern). Die Informationen über zukünftige Entwicklungen und Kompetenzen werden anschliessend über die Curricula und Ausbildungsbeteiligung in die Breite der Betriebe diffundiert; also auch in diejenigen Betriebe, die bisher nicht an der Innovationsfront waren, aber sich an der Berufsbildung beteiligen. Diesen Innovationseffekt analysiert etwa Backes-Gellner (1996). Sie untersucht Entwicklungen nach der Neuordnung der Metallberufe in Deutschland, mit denen Mitte der 1980er Jahre erstmals die Technologie CNC («Computerized Numerical Control») in die Ausbildungscurricula aufgenommen wurde. Sie zeigt im Ländervergleich, dass CNC-Maschinen sich in deutschen Betrieben schneller verbreitet haben, der Anteil der Werkstattprogrammierung grösser und damit die Flexibilität höher sowie die Stillstandszeiten deutlich kürzer waren als unter sonst gleichen Bedingungen in englischen oder französischen Betrieben (Backes-Gellner, 1996). Backes-Gellner & Rupiotta (2018) untersuchen für die Schweiz allgemeiner den Zusammenhang zwischen der Beteiligung von Betrieben an beruflicher Bildung und ihren Produkt- oder Prozessinnovationen. Sie finden ebenfalls positive Effekte, die sie theoretisch mit dem Aktualisierungsprozess der Curricula und der daraus resultierenden Diffusion neuen Wissens erklären lassen (siehe auch Kapitel 1.3).

Abschliessend kann also festgehalten werden, dass das Berufsbildungssystem der Schweiz (basierend auf seinen gesetzlichen Grundlagen und den damit einhergehenden Institutionen, Akteuren und Prozessen) eine hervorragende Grundlage für die Umsetzung und das Vorantreiben von Innovationen in Unternehmen darstellt. Ausserdem befördert es die Diffusion innovativer Technologien und Prozesse über die breite Masse an Unternehmen.

1.2.3 Durchlässigkeit im Bildungssystem und Anpassungsfähigkeit von Berufsbildungsabsolventen bei neuen Qualifikationsanforderungen

Die mit Innovationen einhergehenden, sich wandelnden Arbeitsanforderungen (etwa im Zuge der zunehmenden Digitalisierung) verändern berufliche Tätigkeiten und verlangen nach steter Weiterentwicklung von Kompetenzen. Inwiefern sich Absolventen beruflicher Grundbildungen neue und / oder höhere Qualifikationen aneignen können, hängt von den Ausgangsqualifikationen ab, aber vor allem auch von den Möglichkeiten für Weiterbildung und Höherqualifizierungen, also von der Durchlässigkeit im Bildungssystem. Wie im Folgenden gezeigt wird, sind Berufsbildungs-

Fallbeispiel 1: Curriculum-Aktualisierung und Innovation am Beispiel der MEM-Berufsreformen «Automatiker und Polymechaniker (2009)»⁶



Automatikerin, Photos Swissmem



Polymechanikerin / Polymechaniker

Swissmem ist der Verband der schweizerischen Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie (MEM) sowie verwandter technologieorientierter Branchen. Er ist Träger von acht technischen Berufen der MEM-Branche und arbeitet mit dem Verband Swissmechanics zusammen. Swissmem hat ein Dienstleistungs- und Kompetenzzentrum für Berufsbildung in Winterthur, das aus mehr als 20 Mitarbeitenden besteht. An Fallbeispielen der vierjährigen Berufe Polymechaniker EFZ und Automatiker EFZ wird im Folgenden skizziert, wie in der MEM-Industrie die Aktualität und Zukunftsorientierung der Curricula sichergestellt wird.

Rahmenbedingung der Berufsreform der MEM-Berufe

Zuständig für die Anpassung der Bildungsinhalte ist die Kommission für Berufsentwicklung und Qualität der MEM-Branche (SKOBEQ-MEM). Wichtig für den Erfolg ihrer Arbeit ist eine breite Abstützung in der Branche, eine Beteiligung innovativer Unternehmen und ein früher Einbezug aller für die Umsetzung der Curricula wichtigen Akteure. Eine breite Abstützung ergibt sich aus der Zusammensetzung der Kommission. Sie umfasst Vertreter der Arbeitgeber (Swissmem, Swissmechanic, SwissPrecision, VSAS und SEMA), der Arbeitnehmer (SYNA, UNIA), des Staats (SBEI und SBBK) und der Berufsfachschulen. Durch diese Zusammensetzung wird sichergestellt, dass neue und aktualisierte Curricula nicht nur zukunftsorientiert und am Arbeitsmarkt nachgefragt sind, sondern auch in der betrieblichen und schulischen Praxis umsetzbar sind.

Ausgangspunkt: Erhebung erwarteter Entwicklungen der Tätigkeiten, Arbeitsorganisationen, Arbeitsmarktaussichten und notwendiger Qualifikationen für Innovationen

Swissmem hat zu Beginn des Reformprozesses eine breit angelegte Befragung zum Thema zukünftiger Anforderungen und Bedingungen der neu zu ordnenden Berufe durchgeführt, an der alle wichtigen Akteure und Entscheidungsträger teilnahmen (ausbildende Betriebe der MEM-Branche, überbetriebliche Kurszentren, private und staatliche Ausbildungszentren, Berufsfachschulen, Prüfungsexperten und Berufsbildungsämter).

Bezüglich der erwarteten neuen Technologien für die Berufe Polymechaniker und Automatiker zeigten die Umfrageresultate zum Beispiel, dass computergesteuerte Werkzeugmaschinen, Automation, speicherprogrammierbare Steuerungen und Softwaremethodik an Bedeutung gewinnen. Bezüglich der Arbeitsweise wurden Änderungen erwartet, die sich etwa aus zunehmendem (globalen) Wettbewerb ergeben, wie raschere Durchlaufzeiten in der Produktion, Verkürzung von Lieferfristen, Senkung der Fertigungskosten oder auch Zusammenarbeit mit Geschäftspartnern auf der ganzen Welt (Swissmem, 2004). In Einschätzungen zur Entwicklung der zukünftigen Arbeitsplätze zeigte sich weiterhin, dass beispielsweise eine deutliche Zunahme fachlicher Grundlagen wie «Aufträge oder Projekte bearbeiten», «Konstruktionslösungen entwickeln und technische Dokumente erstellen» oder «Prototypen bauen und Versuche durchführen», aber noch mehr etwa auch bei überfachlichen Kompetenzen wie «Selbständigkeit», «Umgang mit Wandel», «Lernfähigkeit» oder «Arbeitsmethodik» erwartet wurden. Entsprechend wurden in den neu entwickelten Bildungsverordnungen und Bildungsplänen neben Kompetenzen für neue Techniken wie speicherprogrammierte Steuerungen (SPS) auch Kompetenzen

⁶ Quellen: Interviews, Dokumentenanalyse, Medien, Websites. Für genauere Angaben und für eine ausführlichere Beschreibung des Prozesses und seiner Ergebnisse siehe Langversion.

wie Selbständigkeit, Eigenverantwortung, Flexibilität, aber auch interkulturelle Kompetenzen aufgenommen.

Eine verbandsübergreifende Arbeitsgruppe von Berufsexperten erarbeitete basierend auf diesen Ergebnissen das zukünftige Berufskonzept, beschrieb das Berufsbild und Berufstätigkeiten und erarbeitete die konkreten neuen Bildungspläne und Bildungsverordnungen. Neu wurde etwa bei der Ausbildung von Polymechanikern festgelegt, dass in der Basisausbildung (1. und 2. Lehrjahr) die Ausbildung an CNC-Maschinen⁷ für alle Lernenden obligatorisch wird, die Firmen aber in der Schwerpunktausbildung (3. und 4. Lehrjahr) aus über 20 Handlungskompetenzen zwei frei wählen können.

Die neuentwickelten Berufskonzepte wurden wiederum einer Vernehmlassung bei Unternehmen und allen Organisationen der MEM-Industrie unterzogen. Basierend auf Resultaten der Vernehmlassung wurden letzte Anpassungen vorgenommen. So wurden etwa die Inhalte der Basis- und Ergänzungsausbildungen aller Grundbildungen noch einmal optimiert und teilweise auch reduziert.

Ergebnis: Aktualisierte Berufsbilder auf qualitativ höherem Niveau

Mit diesen Ergänzungen haben die Curricula der Automatisierer oder Polymechaniker nach der Berufsreform ein neues qualitatives Level erreicht. Im Beruf des «Automatiker 2009» wurde zum Beispiel das Programmieren von Systemsteuerungen oder Mikrocontrollern neu aufgenommen, das in der Vergangenheit nicht Bestandteil des Berufsbildes war; im Berufsbild «Polymechaniker 2009» wurden als Schwerpunktausbildung etwa «Automatisierte Systeme montieren und in Betrieb nehmen» oder «Unterhalt von Luftfahrzeugen» aufgenommen und die übergeordneten Bildungsziele zu den Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenzen neu formuliert.

⁷ CNC heisst Computerized Numerical Control. CNC-Maschinen sind Werkzeugmaschinen, die durch den Einsatz moderner Steuerungstechnik in der Lage sind, Werkstücke mit hoher Präzision auch für komplexe Formen automatisch herzustellen.

Das neue Ausbildungssystem und die aktualisierten Bildungsziele befähigen die Berufsleute, in den Unternehmen anspruchsvolle Produktionsprozesse zu beherrschen und Innovationen voranzutreiben. Mit den neuen Qualifikationen ist der Einsatz von Automatisierern oder Polymechanikern teilweise auch für Jobprofile möglich, die im Ausland typischerweise von Ingenieuren mit universitärem Abschluss besetzt werden.

Potenzielle Konflikte im Rahmen des Reformprozesses und Lösungswege

In diesem – wie auch in jedem anderen – Reformprozess unterscheiden sich aber auch die Anforderungen der unterschiedlichen Betriebe mehr oder weniger deutlich. So haben Innovationstreiber andere Qualifikationsbedürfnisse als weniger innovative, eher traditionelle Betriebe. Bei Swissmem wird zur Lösung solcher Konflikte auf eine gute Diskussionskultur, auf Konsensorientierung, auf das Milizsystem und auf eine starke verbundpartnerschaftliche Denkweise gebaut. So wurde beispielsweise aufgrund der stark divergierenden fachlichen Bildungsbedürfnisse der Firmen das System der Basis- und Schwerpunktausbildung geschaffen.

Kompromisse aufgrund verschiedener Interessen und finanzieller Limiten mussten etwa bei der Festlegung der Lektionenzahl in der Berufsfachschule oder bei der Definition der Obergrenze der Anzahl Ausbildungstage in den überbetrieblichen Kursen gefunden werden. Auf Verlangen der Kantone mussten nach der eidgenössischen Vernehmlassung der Bildungsverordnungen die Schulprofile G und E bei den Berufen Konstrukteur und Automatisierer abgeschafft werden.

Rückblickend kann gesagt werden, dass die im Jahr 2009 neu gestalteten Berufe die Bildungsbedürfnisse der Unternehmen in starkem Mass abdecken, die überbetrieblichen Kurse einen wichtigen Beitrag zu einer breiten und technologisch aktuellen Basisausbildung leisten und die fachlichen Bildungsinhalte der Schule genau auf das geforderte Wissen der entsprechenden Berufe abgestimmt sind. Eine solche Bildung bietet den Fachleuten Arbeits- und Karrierechancen und bildet für die Firmen eine tragfähige Grundlage zum Erhalt der Wettbewerbskraft in globalen Märkten.

absolventen in der Schweiz faktisch sehr flexibel, was berufliche Weiterentwicklungen anbelangt; sowohl horizontal als auch vertikal sind sie mobil wie auch über die beiden Pfeiler des Bildungssystems hinweg. Diese Mobilität und Anpassungsfähigkeit stellt eine gute Grundlage für die Innovationsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft dar.

Horizontale berufliche Mobilität

Absolventen einer der rund 230 beruflichen Grundbildungen haben die Möglichkeit, sich innerhalb der beruflichen Bildung horizontal, das heisst auf Sekundarstufe II, weiter zu entwickeln (siehe

auch Kapitel 1.4). Je nach Kanton oder Beruf können solche Zweitausbildungen in Form von regulären oder verkürzten beruflichen Grundbildungen absolviert werden. Ähnliches gilt auch für Erwachsene, die bislang keine formale Ausbildung durchlaufen haben. Das Berufsbildungsgesetz erlaubt auch die direkte Zulassung zum Qualifikationsverfahren (sofern Zulassungsvoraussetzungen und genügend Berufserfahrung gegeben sind) sowie die Validierung von beruflichen Kompetenzen ohne Ablegen einer Abschlussprüfung (siehe Giger, 2016; SBF, 2014a).

Fallbeispiel 2: Curriculum-Updating und digitale Innovation am Beispiel des Berufs Zahntechniker (2018)⁸

Der Verband Zahn technischer Laboratorien der Schweiz (VZLS) beziehungsweise Swiss Dental Laboratories ist die Arbeitgeberorganisation, die für die zukunftsorientierte Aus- und Weiterbildung des Berufsfeldes Zahntechnik zuständig ist. Die durch den VZLS vertretene Branche weist rund 1000 zahntechnische Labors auf, die einen durchschnittlichen Jahresumsatz von 370 000 CHF erzielen und grösstenteils aus Klein- und Kleinstbetrieben bestehen: 53 % der Labors sind Einpersonallabors; das grösste Labor zählt 25 Vollzeitstellenäquivalente (siehe PK / VZLS / SZV, 2018).

Wandel der Branche durch Digitalisierung

Die Branche sah sich einem tiefgreifenden technologischen Wandel ausgesetzt. Die Dentalindustrie brachte digitale Innovationen auf den Markt, die die Arbeit des Zahntechnikers grundlegend veränderten. Zahnabdrücke konnten neu digital gefertigt und ins Ausland versendet werden, um dort den Zahnersatz produzieren zu lassen. Diese Innovationen tangierten sowohl Zahnmediziner, als auch Zahntechniker. Zahnmediziner gingen vermehrt zum digitalen Workflow über und begannen selber Zahnersatz «chairside», d.h. ohne Mitwirkung des Zahntechnikers, herzustellen. Zahntechniker sahen sich zu Innovation und technologischer Aufrüstung gezwungen, da ihre Kunden, die Zahnärzte, immer mehr zu digitalen Workflows übergangen (schon 2017 lag der Anteil an Labors ohne digitale Technologien nur mehr bei ca. 40 % PK / VZLS / SZV, 2018). Der digitale Wandel bewirkte also einen tiefgreifenden Wandel weg vom Handwerk hin zu computergestützter Fertigung. Dieser erforderte reformierte Ausbildungsinhalte der vierjährigen beruflichen Grundbildung «Zahntechniker EFZ».

Ausgangspunkt der Berufsreformen: wachsende Distanz zwischen beruflicher Praxis und Ausbildungsinhalt «Zahntechniker EFZ» aufgrund digitaler Innovation

Zuständig für die kontinuierliche Anpassung der Bildungsinhalte der beruflichen Grundbildung «Zahntechniker EFZ» ist die Schweizerische Kommission für Berufsentwicklung und Qualität (SKBEQ) für Zahntechniker. Sie erhob 2013 anhand einer Befragung die Ziele und Anforderungen an die berufliche Grundbildung «Zahntechniker EFZ» und zeigte zum Beispiel, dass die aktuellen Qualifikationen des Berufes Zahntechniker zukünftig nicht mehr mit den Anforderungen des Arbeitsmarktes übereinstimmen würden. Insbesondere fiel die zu geringe Gewichtung neuer, digitaler Technologien wie CAD / CAM zur digitalen Erstellung von Zahnprothesen auf (Hodler et al., 2014).

Totalrevision der beruflichen Grundbildung mit Einbezug digitaler Technologien

Die SKBEQ fällt deshalb den Entscheid, eine Totalrevision des Lehrberufes «Zahntechniker EFZ» vorzunehmen, und setzte 2015 eine Analysegruppe bestehend aus über einem Dutzend Fachleuten ein. Bei der Auswahl der Vertreter des Lernortes Betrieb wurde vor allem auf Berufsbildner und Berufspraktiker aus erfolgreichen und innovativen Labors fokussiert. Die Analysegruppe deckte unter anderem Innovationen in der Zahnmedizin (z.B. aufkommende «chairside»-Lösungen) und in der Dentalindustrie (z.B. digitale Erfassung von Zahnabdrücken) auf. Es gab schnell Einigkeit, dass man in Zukunft auch digital ausbilden müsse, umstritten blieb jedoch das Ausmass. Um diesen Konflikt zu lösen, waren intensive Diskussionen in der Analysegruppe erforderlich. Handwerkliche Arbeit wurde nicht durch digitale Arbeit ersetzt, vielmehr wurde sie in Grundzügen beibehalten und darauf digital aufgebaut. Zentrales Ausbildungsziel war das Zusammenbringen des analogen und digitalen Workflows. Wenn beispielsweise ein Zahn ersetzt werden soll, kann der Zahnmediziner diesen mittels Oralscanner erfassen und den Datensatz an den Zahntechniker senden, der wiederum den Zahnersatz mittels CAD-Software in 3D darstellen beziehungsweise designen, in einen digitalen Datensatz umwandeln und an eine Fräs- oder Druckeinheit zur Produktion übermitteln muss.

Konflikte und Lösungsstrategien bei der Neugestaltung der Berufe

Die grösste Konfliktlinie bei der Totalrevision war die Frage nach einer mehr analogen oder digitalen Ausbildung. Die Digitalisierung stellte vor allem analog arbeitende Labors vor die Herausforderungen, nicht mehr adäquat ausbilden zu können. Als Lösungsstrategie wurde daher eine gewisse Flexibilität in der Ausbildung gewährt: So müssen Labors etwa keinen eigenen Scanner besitzen, ihren Berufslernenden jedoch zwingend Zugang zu einem Scanner ermöglichen, zum Beispiel in einem Lehrbetriebsverbund. Zudem wurden die Ausbildungstage der überbetrieblichen Kurse von 20 auf 33 erhöht, damit Berufslernende die neuen digitalen Methoden ausführlich üben können. Dadurch wiederum wird die Grundlage gelegt für digitale Innovationen in den diese Lernenden ausbildenden Betrieben.

⁸ Für genauere Angaben und für eine ausführlichere Beschreibung des Prozesses und seiner Ergebnisse siehe Langversion.

Studien zu den Möglichkeiten zur Erst- oder Zweitausbildung für Erwachsene

Neuere Studien zeigen, dass die Möglichkeiten zur Erst- oder Zweitausbildung für Erwachsene (ab dem 24. Altersjahr) gut genutzt werden (Schmid et al., 2017; Tsandev et al., 2017). Dass solche Ausbildungsgänge für Erwachsene attraktiv sind für die Betriebe, zeigt etwa das Fallbeispiel maxon (siehe Langversion). Erste quantitative Befunde zur horizontalen (und vertikalen Mobilität) liefert das Bundesamt für Statistik neu auch im Rahmen des Programms «Längsschnittanalysen im Bildungsbereich» (LABB; BFS, 2018b; 2018c). Für die Kohorte, die im Jahr 2012 ihren Abschluss auf Sekundarstufe II gemacht hat, zeigen sich sehr durchlässige Grenzen zwischen Beschäftigung und Ausbildung und daraus resultierend sehr vielfältige Bildungs- und Erwerbsverläufe nach Abschluss der Sekundarstufe II.

Anhand von Arbeitsmarktdaten kann man zudem betrachten, ob und in welchem Umfang Arbeitnehmer im Verlaufe ihrer Erwerbskarriere (im Zuge eines Arbeitsplatzwechsels) von Arbeitsplätzen in ihrem ursprünglich erlernten Beruf auf Arbeitsplätze in einem anderen Beruf wechseln. Mehrere Studien liefern Hinweise zu dieser Form beruflicher Mobilität, wobei die konkreten Zahlen (zwischen 7 % und 14 % ein Jahr nach Ausbildungsabschluss) aufgrund von unterschiedlichen Datensätzen, Messunterschieden und Betrachtungshorizonten variieren.

Zusammenfassend gibt es also deutliche empirische Hinweise auf eine weit verbreitete horizontale berufliche Mobilität.

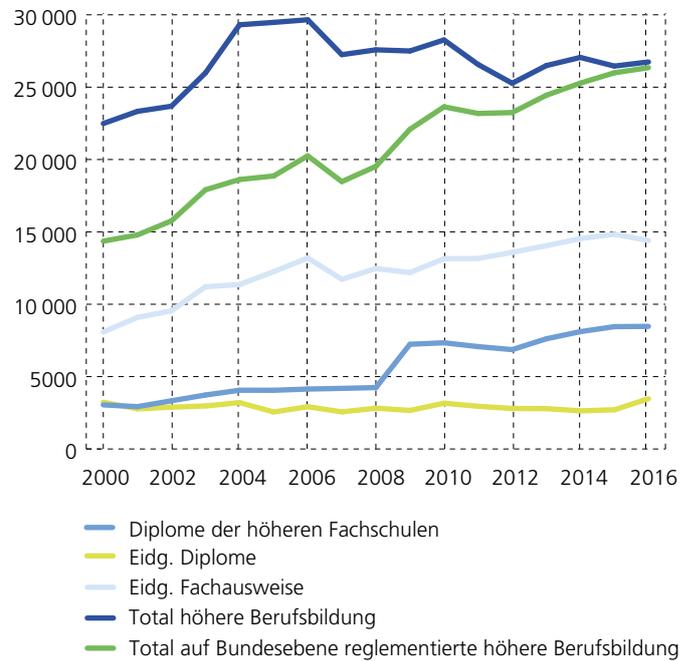
Vertikale berufliche Mobilität

Das Berufsbildungssystem der Schweiz bietet auch ein vielfältiges Angebot an vertikaler beruflicher Mobilität beziehungsweise Höherqualifizierungen, die sich bezüglich fachlicher Ausrichtung und wissenschaftlichem Anspruch unterscheiden. Die Zahl der Abschlüsse der höheren Berufsbildung, das heisst die eidgenössischen Berufs- und höheren Fachprüfungen, sowie Bildungsgänge an den höheren Fachschulen lag im Jahr 2016 bei knapp 27 000 und blieb über die letzten zehn Jahre relativ konstant (Abbildung C 1.3, Linie «Total höhere Berufsbildung»). Ein Anstieg war vor allem bei den eidgenössisch anerkannten Diplomen der höheren Fachschulen⁹ zu verzeichnen sowie bei den eidgenössischen Fachausweisen (Berufsprüfungen).

Eine weitere Möglichkeit vertikaler Mobilität bieten die Studiengänge an den Ende der 1990er Jahre neugegründeten Fachhochschulen. Diese brachten neuartige Aufstiegsmöglichkeiten

⁹ Im Zuge der Einführung des neuen Berufsbildungsgesetzes wurde eine grosse Zahl ehemals nicht vom Bund reglementierter Abschlüsse in Abschlüsse der höheren Fachschulen umgewandelt.

Abbildung C 1.3: Abschlüsse der höheren Berufsbildung



Quelle: BFS, Darstellung Backes-Gellner & Pfister

und die Ausbildung in anwendungsbezogener Forschung für Berufsbildungsabsolventen mit sich. Die Zahl der Absolventen ist seit der Gründung der Fachhochschulen kontinuierlich gestiegen. Sie verzeichnete insbesondere in den letzten Jahren einen starken Anstieg. Im Jahr 2016 lag die Zahl der Bachelorabschlüsse bei 12 866.¹⁰ Damit bilden Fachhochschulen mittlerweile fast genauso viele Bachelorabsolventen aus wie die Universitäten und Eidgenössischen Technischen Hochschulen zusammen.

Zusammenfassend zeigen die deskriptiven Statistiken also, dass die Höherqualifizierungsmöglichkeiten der höheren Berufsbildung und der Fachhochschulen gut genutzt werden und so eine weitere Grundlage für die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft legen.

Gemischte Bildungspfade

Auch zwischen dem beruflichen und dem akademischen Pfeiler bietet das Schweizer Bildungssystem Angebote zur Durchlässigkeit. Berufsmaturanden haben zum Beispiel mittels Passerelle Zugang zu den universitären Hochschulen. Während im Jahr 2005 noch

¹⁰ Bachelorabschlüsse der pädagogischen Hochschulen werden nicht berücksichtigt. Damit Individuen nicht mehrfach gezählt werden, werden zudem nur Diplome (d.h. die Zertifikate vor der Bologna-Reform) und Bachelorabschlüsse, jedoch keine Masterabschlüsse, gezählt.

3,5 % der Berufsmaturanden die Passerelleprüfung absolviert hatten, waren es im Jahr 2017 bereits 6,7 %.¹¹

Empirische Studien zu «gemischten Bildungspfaden» – also zu Bildungskarrieren, die akademische und berufliche Bildung kombinieren – gibt es nur sehr wenige. Es zeigt sich aber, dass Wechsel zwischen den beiden Pfeilern des Schweizer Bildungssystems vergleichsweise regelmässig begangen werden und gemischte Bildungspfade im Vergleich zu rein akademischen oder rein beruflichen Bildungspfaden sogar höhere Renditen aufweisen (Backes-Gellner & Tuor, 2010; Pfister et al., 2017; SKBF, 2014).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Schweizer Bildungssystem aus systemischer Sicht über eine hohe Durchlässigkeit verfügt. Daraus resultierend bieten sich für die Erwerbsbevölkerung vielfältige und lebenslange Entwicklungsmöglichkeiten, was wiederum eine wesentliche Grundlage für die Innovationsfähigkeit des Wirtschaftssystems der Schweiz darstellt. Deskriptive empirische Befunde zeigen, dass die horizontalen und vertikalen Weiterentwicklungsmöglichkeiten faktisch genutzt werden. Dies deutet darauf hin, dass bei Individuen und Betrieben ausreichende Anreize bestehen, die Durchlässigkeit zu nutzen. Wie sich Weiterbildung und Höherqualifizierungen auf betriebliche Produktivität und Innovation niederschlagen, wird in Kapitel 1.3 ausführlicher behandelt; wie sie sich auf die Erwerbskarrieren von Individuen auswirken, wird in Kapitel 1.4 betrachtet.

1.2.4 Rolle der Organisationen der Arbeitswelt für die Innovationsfähigkeit des Berufsbildungssystems der Schweiz

Die Organisationen der Arbeitswelt (OdA), insbesondere die Berufsverbände, sind zentral für das Funktionieren und für die Innovationsfähigkeit des Berufsbildungssystems. OdAs entwickeln nicht nur neue oder überarbeiten vorhandene Berufe, sondern sie tragen massgeblich auch zur Qualitätssicherung der Berufsbildung und zur Bündelung und Distribution von Innovationswissen bei. Im Wesentlichen ergibt sich ihr Einfluss aus sechs verschiedenen Rollen:¹²

- Erstens spielen OdA eine führende Rolle bei der Definition der Inhalte der beruflichen Grundbildung. Sie sind damit von entscheidender Bedeutung für die Festlegung der aktuell und zukünftig relevanten Qualifikationen (siehe Kapitel 1.2.2).
- Zweitens repräsentieren die OdA im Prozess der Curriculumentwicklung die Interessen aller durch sie vertretenen Betriebe. Sie müssen bei widerstreitenden Interessen für einen adäquaten Interessenausgleich sorgen – und zwar so, dass einerseits die von ihnen definierten Berufe möglichst breit und zukunftsorientiert sind, dass sich aber andererseits eine ausreichende Zahl an Betrieben an der Ausbildung von Jugendlichen beteiligt. Dies hängt stark von den in den Curricula festgelegten Anforderungen an die Ausbildung ab, da diese die den Betrieben entstehenden Kosten und damit die Vorteilhaftigkeit des Nutzen-Kosten-Verhältnisses und die Ausbildungsbereitschaft determinieren (Wolter & Ryan, 2011). Der Einbezug der Interessen unterschiedlicher Betriebe im Reformprozess einer beruflichen Grundbildung stellt sicher, dass auch längerfristig eine breite Beteiligung der Betriebe am Berufsbildungssystem zustande kommt (Caves & Renold, 2016).
- Drittens sind OdA das Bindeglied zu lokalen Arbeitgebern. Sie können Betriebe (gross wie klein, an der Innovationsfront oder nicht) zur Beteiligung an der Ausbildung motivieren und bei der Ausbildung unterstützen.
- Viertens nehmen OdA eine wichtige Rolle im Rahmen der Qualitätssicherung der beruflichen Grundbildung ein. Sie sind nicht nur in der Definition des berufspraktischen Teils der Lehrabschlussprüfung (LAP), sondern auch in der Durchführung (z.B. durch Bereitstellung von Experten) massgeblich beteiligt. Die Qualitätssicherung der beruflichen Grundbildungen ist essenziell für die Attraktivität der Berufsbildung bei Jugendlichen und die langfristige Beschäftigungsfähigkeit der Absolventen.
- Fünftens sind OdA Träger von überbetrieblichen Kursen und Ausbildungszentren, die insbesondere für die Diffusion innovativer Qualifikationskomponenten der Berufe wichtig sind.
- Sechstens sind OdA auch im Rahmen des lebenslangen Lernens Anbieter von Vorbereitungskursen auf eidgenössische Prüfungen (höhere Berufsbildung) und berufsorientierter Weiterbildung (nicht-formale Bildung). Auch diese Bildungsangebote sind für die Diffusion innovativer Qualifikationskomponenten zentral.

¹¹ Die Anzahl an Berufsmaturitätsabsolventen stieg von 10 621 im Jahr 2006 auf 14 320 im Jahr 2017 (BFS, Statistik der Bildungsabschlüsse SBA, 2018). Somit verzeichnen die Passerelleprüfungen einen überproportionalen Anstieg. Im Jahr 2016 haben 14 396 Individuen eine Berufsmaturität, davon 7325 während der beruflichen Grundbildung und 7071 nach der beruflichen Grundbildung, abgeschlossen (BFS, Erhebung Bildungsabschlüsse SBA). Die Berufsmaturitätsquote von Individuen bis zum 25. Altersjahr lag somit 2016 bei 15,4%, die gymnasiale Maturitätsquote bei 21,2% (BFS, Längsschnittdatenanalysen im Bildungsbereich (LABB)). Knapp 60% der Individuen mit Berufsmaturitätsabschluss treten in eine Fachhochschule ein; 20% direkt nach Berufsmaturitätsabschluss, weitere 20% nach einem Jahr und mehr als 15% zwei oder mehrere Jahre nach BMS-Abschluss. Bei den Individuen mit gymnasialer Maturität gehen 40% direkt nach Abschluss der Matura an eine Hochschule, weitere 30% ein Jahr danach und ca. 5% nach zwei oder mehr Jahren (BFS, Studierende und Abschlüsse der Hochschulen, SBA).

¹² Wie die Ausübung dieser Rollen die Innovationsfähigkeit des Systems und seiner Absolventen beeinflusst, wird ausführlicher in der Langversion erläutert. Fallbeispiele können Box 2 und Box 3 in Kapitel 2.2 entnommen werden.

1.2.5 Beruflich-akademischer Skill Mix und Innovation: Empirische Befunde

Das Schweizer Bildungssystem bietet sowohl auf Sekundarstufe II als auch auf Tertiärstufe eine Vielzahl formaler beruflicher und akademischer Bildungsabschlüsse. Der Schweizer Arbeitsmarkt setzt sich dadurch aus Erwerbspersonen zusammen, die bezüglich ihres Bildungshintergrundes sehr heterogen sind und ein breit gefächertes Set an unterschiedlichen Fähigkeiten mitbringen. Dies trägt dazu bei, dass das Innovations- und Produktionsmodell der Schweiz auf einer Verbindung von hervorragend ausgebildeten Hochschulabsolventen einerseits und hochqualifizierten Fachkräften des (dualen) Berufsbildungssystems andererseits aufbauen

Studien zu den Auswirkungen eines beruflich-akademischen Skill Mix auf Innovation

Welche Auswirkungen dieser Skill Mix auf Innovation hat, haben einige wenige neuere Studien für die Schweiz untersucht. Bolli et al. (2017) zeigen, dass die Durchmischung von Erwerbstätigen mit beruflicher und akademischer Bildung auf tertiärer Stufe innovationsfördernd ist (siehe auch Kapitel 1.4.2 und Langversion; für Australien vgl. Toner, 2010). Ausserdem haben mehrere Studien jüngst den Einfluss des für Fachhochschulen typischen Skill Mix (solide berufliche Grundbildung und anwendungsbezogene Forschung) untersucht. Pfister et al. (2018) zeigen, dass sich durch die Gründung von Fachhochschulen die regionalen Patentierungsaktivitäten quantitativ und qualitativ¹³ signifikant erhöht haben. Dies zeigt sich dies beispielsweise am stärkeren Anstieg der Patentierung in Regionen mit Fachhochschulen ab Ende der 1990er Jahre (Abbildung C 1.4; ähnliche Entwicklungen zeigen sich für unterschiedliche Patent-Qualitätsindikatoren, siehe auch Kapitel 1.4.2 sowie Pfister et al., 2018; Pfister, 2017). In darauf aufbauenden Studien finden Lehnert et al. (2018) heraus, dass die Gründung von Fachhochschulen zu einer Steigerung des F&E-Personals führte. Weiter zeigen Schultheiss et al. (2018), dass Betriebe der betroffenen Regionen neu auch eine zunehmende Zahl an Berufsbildungsabsolventen für Arbeitsplätze mit F&E-nahen Hauptaufgaben suchen.

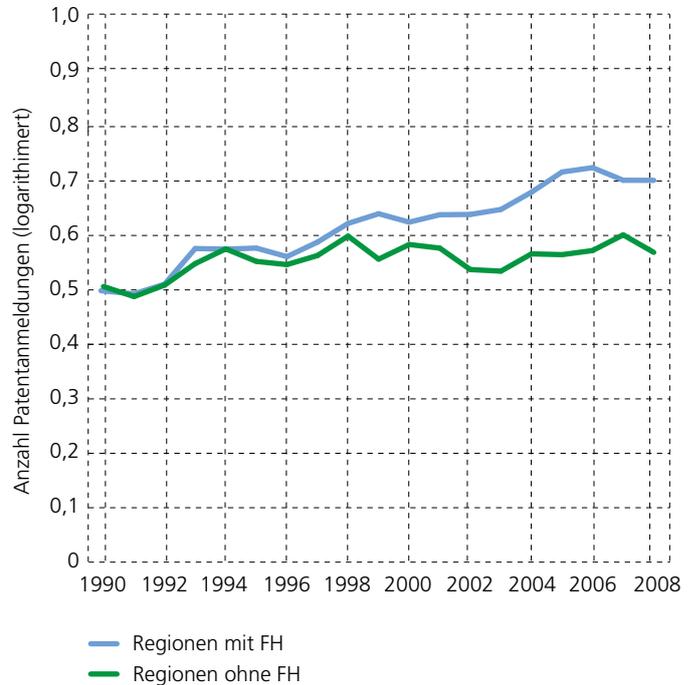
kann (ähnliches gilt auch für Deutschland, Backes-Gellner, 2017). Dadurch können unterschiedliche und qualitativ hochwertige Wissensquellen kombiniert und für eine qualitativ hochwertige Produktion sowie für Innovationen nutzbar gemacht werden.

Insgesamt deuten die Ergebnisse der im oberen Kasten genannten Studien auf eine starke Zusammenarbeit von Absolventen beruflicher Grundbildungen, Absolventen von Fachhochschulen als Brückenbauer und Absolventen klassischer Universitäten für F&E-Aufgaben hin.

Dies zeigen auch die in diesem Kapitel dokumentierten Fallbeispiele innovativer Unternehmen (siehe Fallbeispiel 3 maxon, Fallbeispiel 4 Novartis und Fallbeispiel 5 Bühler). So belegen die Fallbeispiele etwa bei maxon und der Bühler Group AG, dass FH-Absolventen eine zentrale Stütze sind für die innovative Leistungsfähigkeit, da sie unter anderem die Brücke zwischen Theorie und Praxis schlagen. Das Fallbeispiel Novartis zeigt, dass Berufsabsolventen als Teil der sogenannten Hit Generation Sciences Gruppe wichtige Beiträge zum Innovationsgeschehen leisten. Weitere Beispiele liefern die in Teil C in Studie 5 «Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der der Wissenschaftsorganisationen» vorgestellten Fallstudien. So wird beispiels-

¹³ Die Qualität der Patente wird anhand der Zitationen, der Patentansprüche und der Patentfamiliengrößen gemessen. Für weitere Erläuterungen hierzu siehe Langversion.

Abbildung C 1.4: Patentaktivität von Regionen mit und Regionen ohne Fachhochschulgründung



Quelle: Berechnungen Pfister (2017) basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database – Version April 2013

weise bei KWC Franke Water Systems AG (Fallbeispiel 2) als Erfolgsbedingung für das Gelingen eines Digitalisierungsprojektes bei der Automatisierung von Schleifprozessen die Zusammenarbeit mit Fachhochschulen genannt. Der Erfolg basiert auf einer Vielzahl studentischer Arbeiten der kooperierenden Fachhochschule, in denen Teilaspekte der Lösung erarbeitet wurden. Auch bei IRsweep (Teil C, Studie 5, Fallbeispiel 3) zeigt sich, dass das Unternehmen zusätzlich zum Anspruch auf globale Exzellenz in der Spitzenforschung auch mit weitaus praktischeren Fragen wie der Messung von Spurengasen und der Entwicklung präziser Messgeräte konfrontiert war. Die Verbindung aus Grundlagen- und angewandter Forschung sowie die Kombination von komplementärem Wissen und Know-how zu chipbasierten Lasern und Spektrometern bildeten letzten Endes die technische Wissensbasis für das Unternehmen.

Zusammenfassend zeigen die auf die Schweiz bezogenen empirischen Studien, dass der ausgewogene Skill Mix von beruflicher und akademischer Bildung eine wichtige Dimension des Innovationsgeschehens darstellt. Berufsabsolventen bringen solide berufspraktische Kompetenzen ein. Fachhochschulabsolventen schlagen durch ihre Kombination von soliden beruflichen Fähigkeiten mit anwendungsbezogenen Forschungskompetenzen und durch eine gemeinsame professionelle Sprache eine Brücke zwischen den Anforderungen des Produktionsprozesses und den Herausforderungen des F&E-Prozesses (siehe Backes-Gellner, 2017). Schliesslich garantieren ETH- und Universitätsabsolventen den Anschluss an die internationale Forschungsfront.

Fallbeispiel 3: maxon – Entwicklung von innovativen Spitzenprodukten durch breiten Skill Mix und enge Zusammenarbeit¹⁴



Lernende Polymechnikerin, Photos: maxon



Lernender Automatiker

Das Unternehmen maxon hat eine weltweit führende Position in der Herstellung von hochwertigen Antriebskomponenten und -systemen etwa in der Robotik, Medizintechnik oder auch Luft- und Raumfahrttechnik. So sind etwa im ExoMars-Rover zur Erforschung der Marsoberfläche ab 2020 über 50 Antriebe von maxon verbaut. Das Unternehmen erwirtschaftete 2017 einen Umsatz von fast 460 Mio. CHF mit Produktionsstandorten in der Schweiz, Deutschland, Ungarn und Südkorea. Hauptsitz von maxon ist Sachseln in der Innerschweiz, wo knapp die Hälfte der rund 2 500 Mitarbeitenden arbeitet. Auch Forschung und Entwicklung findet hauptsächlich in der Innerschweiz statt: Von über 200 Mitarbeitenden, die weltweit in F&E tätig sind, arbeiten mehr als 160 in Sachseln. Am Hauptsitz werden auch über 50 Lernende, hauptsächlich in den Berufen Konstrukteur, Polymechniker, Automatiker, Elektroniker und Informatiker, ausgebildet; drei Viertel davon arbeiten in F&E- oder F&E-nahen Stellen.

Innovationen von maxon beziehen sich auf Standardprodukte innerhalb der Produktfamilien (Motoren, Getriebe, Steuerungen, Encoder etc.) und auf die Bereitstellung von Parametern, innerhalb derer das Produkt funktioniert und auf kundenspezifische Applikationen, bei denen Standardprodukte aus den Produktfamilien kombiniert werden. Allen Innovationstypen liegt eine wichtige Gemeinsamkeit zugrunde: Die hohe Bedeutung der Berufsbildung und die Zusammenarbeit in qualifikatorisch gemischten Teams (Skill Mix) für die Generierung von Innovationen.

Die Bedeutung der Berufsbildung für die innovative Leistungsfähigkeit des Unternehmens

In der Forschung und Entwicklung von maxon ist der Anteil von Absolventen mit Universitäts- oder ETH-Abschluss vergleichsweise klein (ca. 10 %). Rund 90 % der in der Forschung und Entwicklung tätigen Mitarbeitenden haben einen beruflichen Bildungshintergrund. Die überwiegende Mehrheit davon hat eine Berufslehre und ein Fachhochschulstudium absolviert. Dieser Mix aus unterschiedlichen Bildungshintergründen wird vom Unter-

nehmen bewusst gewählt. Während ETHZ- und EPFL-Absolventen vor allem theoretisch und mathematisch stark ausgebildet sind, haben jene der höheren Fachschulen und Fachhochschulen im berufspraktischen Bereich einen komparativen Vorteil. Fachhochschulabsolventen, die eine berufliche Grundbildung und Ausbildung in anwendungsorientierter Forschung durchlaufen haben, stellen eine besonders wichtige Stütze für maxon dar. Durch ihre Wissenskombination und ihre Zusammenarbeit mit Berufsleuten auf der einen Seite sowie mit ETH-Ingenieuren auf der anderen Seite übernehmen sie eine wichtige Brückenfunktion zwischen Theorie und (beruflicher) Praxis und tragen so substantiell zur innovativen Leistungsfähigkeit von maxon bei.

Innovation durch Teamarbeit und Wissensaustausch

Bei maxon entsteht Innovation nicht durch Einzelpersonen, sondern wird durch Teams generiert. Das Unternehmen arbeitet ausschliesslich projektgruppenorientiert. Teams werden bewusst mit gemischten Qualifikationstypen besetzt, um die Stärken unterschiedlicher Ausbildungen in die Lösung einer Aufgabe einfließen zu lassen. Ein Beispiel für eine besonders erfolgreiche Teamleistung war etwa die Entwicklung eines neuen Präzisionsmotors für Extrembedingungen wie Temperatur bis 200°C oder Druck bis 1700 bar, wie sie beispielsweise in der Tiefbohrtechnik vorkommen. So haben nicht nur die Spezialisten aus der Entwicklung, also der Projektleiter Entwicklung und die Mitarbeitenden in der Vorentwicklung oder im Entwicklungslabor an den technischen Lösungen, an den Berechnungen und bei der Konzeptentwicklung mitgewirkt, sondern es haben auch die Rückmeldungen des Konstrukteurs, der die Teile konstruiert, und des Polymechnikers, der die Werkzeuge hergestellt hat, massgeblich zur Innovation beigetragen. Zentral war also sowohl die interdisziplinäre Zusammenstellung verschiedener Fach- und Bildungshintergründe als auch deren enges Zusammenspiel.

¹⁴ Für genauere Informationen zum Innovationsgeschehen siehe Langversion.

Der breite Skill Mix ist essenziell für die internationale Spitzenposition der Schweiz im Innovationsgeschehen. Im Umkehrschluss deuten die Resultate auch darauf hin, dass die Ergebnisse empirischer Studien aus Ländern mit rein (oder mit dominant) akademischen Bildungsabschlüssen (wie z.B. angelsächsischen Ländern) nicht oder allenfalls sehr beschränkt auf die Schweiz (oder andere Länder mit einem starken Berufsbildungssektor) übertragbar sind. Es müssen sich also auch die bildungspolitischen Schlussfolgerungen unterscheiden. Anders als in Ländern mit dominant akademischen Bildungsabschlüssen kommt es in Ländern mit ausgeprägtem beruflichen Segment nicht auf die Maximierung von Absolventen akademischer Ausbildungsgänge an, sondern es muss um einen innovationsförderlichen Mix an beruflich, akademisch und gemischt qualifizierten Absolventen gehen.

1.3 Betriebliche Ebene

F&E treibende Betriebe und diejenigen, die Innovationen generieren, stellen in der Schweiz einen vergleichsweise hohen Anteil an allen Betrieben dar. Am höchsten ist der Anteil in der Hightech-Industrie (über 47% geben an, in F&E tätig zu sein, über 60%, eine Innovation generiert zu haben), gefolgt von der Lowtech-Industrie¹⁵ (22% und 40%), den modernen Dienstleistungen (15% und 30%) und den traditionellen Dienstleistungen (8% und 31%) (Spescha & Wörter, 2018). Kleine und mittlere Unternehmen weichen bei den genannten Indikatoren nur geringfügig vom Gesamtdurchschnitt aller Unternehmen ab. Grossunternehmen weisen tendenziell einen Wert über dem Durchschnitt aus, machen aber nur einen kleinen Anteil der Unternehmen aus.

1.3.1 Beteiligung der Betriebe an beruflicher Grundbildung und Nachfrage nach Lehrstellen

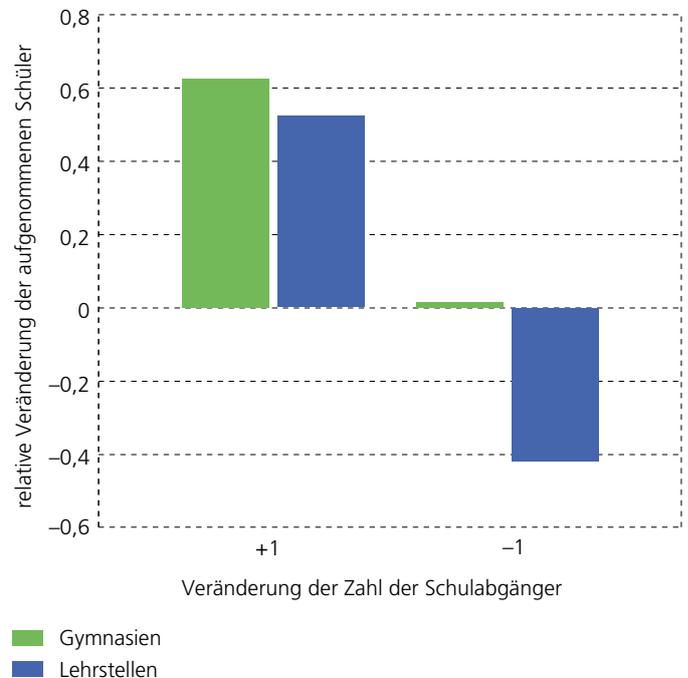
Gleichzeitig sind die Betriebe zentraler Akteure des Berufsbildungssystems, da sie Ausbildungsplätze für Berufslernende zur Verfügung stellen und für die Quantität und Qualität des betrieblichen Teils der dualen Grundbildungen relevant sind.

Beteiligung an der beruflichen Grundbildung

Der Beitrag der Betriebe zum Berufsbildungssystem ist massgebend für die Innovationsfähigkeit und den Innovationseffekt der Berufsbildung. Ihre Beteiligung an der Berufsbildung ist jedoch freiwillig (SBFI, 2017a). Dadurch sind Kosten-Nutzen-Überlegungen und sonstige Ausbildungsanreize essenziell. Empirische Analysen des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der beruflichen Grundbildung aus Sicht schweizerischer Betriebe zeigen: Für die Mehrheit der ausbildenden Betriebe übersteigt der Nutzen, der sich durch den Einsatz der Lernenden im produktiven Arbeitsprozess ergibt, die effektiven Ausbildungskosten (Gehret et al, 2019). Dies stellt für die Betriebe einen wichtigen Anreiz zur Bereitstellung von Ausbildungsplätzen in der beruflichen Grundbildung dar.

¹⁵Für die Definition von Hightech- und Lowtech-Industrie siehe Teil B, Kapitel 12.

Abbildung C 1.5: Reaktion der Zahl der Lehrstellen und der Anzahl Ausbildungsplätze an Gymnasien auf die Veränderungen in der Zahl der Schulabgänger, 1988–2013



Quelle: BFS, Berechnungen Forschungsstelle für Bildungsökonomie der Universität Bern, SKBF (2018)

Die relative Veränderung der Lehrstellenzahl bei einer Veränderung der Zahl der Schulabgänger um 1 Person beträgt zwischen 0,4 und 0,5 einer proportionalen Reaktion. Da die betrieblich basierte berufliche Grundbildung im Durchschnitt rund 60% eines Jahrgangs aufnimmt, müsste bei einer vollkommen proportionalen Reaktion auf Veränderungen in der Schüleranzahl die Zahl der Lehrstellen bei einer Zunahme um eine Schulabgängerin oder einen Schulabgänger um 0,6 steigen. Tatsächlich steigt die Zahl der Lehrstellen aber nur um die Hälfte. Die Werte wurden mittels multipler Regressionen ermittelt, die alle Kantone einbeziehen (N = 416) und den Einfluss konjunktureller Schwankungen berücksichtigen (SKBF, 2018).

Verfügbarkeit geeigneter Lehrstellenbewerber

Ob ein Betrieb Berufslernende ausbildet, hängt aber auch von der Verfügbarkeit geeigneter Bewerber, also von der Zahl der Abgänger der obligatorischen Schule ab. Einen Einfluss auf die Bewerberzahl und damit indirekt auf die Ausbildungstätigkeit der Betriebe haben die demographische Entwicklung (d.h. die Grösse der verschiedenen Geburtenjahrgänge) und die Zahl der Schulplätze an den Gymnasien. Empirische Befunde der letzten 25 Jahre bringen für die Schweiz deutlich asymmetrische Entwicklungen der Zahl an Plätzen in Betrieben und Gymnasien zum Vorschein. Beide reagierten zwar in Zeiten wachsender Sek-II-Absolventenjahrgänge mit einer ähnlich starken Ausweitung an Ausbildungsplätzen, in Zeiten schrumpfender Jahrgänge reagierten sie jedoch deutlich unterschiedlich. Wie Abbildung C 1.5 zeigt, führte bei steigenden Sek-II-Absolventenjahrgängen jeder zusätzliche Schulabsolvent zu ungefähr einem halben zusätzlichen Schulplatz und einer halben

zusätzliche Lehrstelle (ca. +0,6 und +0,5). Das heisst, der zusätzliche Bedarf wurde in ungefähr gleichem Ausmass von Schulen und Betrieben gedeckt. Hingegen führte bei schrumpfenden Sek II-Absolventenjahrgängen jeder wegfallende Absolvent zwar auch zu ungefähr einer halben wegfallenden Lehrstelle (ca. -0,4) aber

zu keinerlei wegfallenden Schulplätzen (im Gegenteil, Schulplätze verzeichneten immer noch einen leichten Anstieg von etwa +0,01), so dass der Anteil der Schulen an den (schrumpfenden) Kohorten an Schulabgängern weit überproportional anstieg (SKBF, 2018). Es war somit die Berufsbildung, welche mehr oder weniger kom-

Fallbeispiel 4: Novartis – Entwicklung von innovativen Spitzenprodukten durch breiten Skill Mix und enge Zusammenarbeit¹⁶

Novartis ist ein global tätiges Pharma- und Biotechnologieunternehmen mit über 125 000 Mitarbeitenden weltweit und einem jährlichen Umsatz von über 49 Mrd. US-Dollar. In Basel hat Novartis den weltweiten Hauptsitz, den Hauptsitz der Division Innovative Medicines. Hier führt die Firma ihr grösstes Forschungs- und Entwicklungszentrum und einen Teil der Produktion. Zudem ist dies der Ausbildungsstandort für nahezu 300 Berufslernende. Die Ausbildung von Berufslernenden sichert durch die Vermittlung solider theoretischer Grundkenntnisse und berufspraktischer Fertigkeiten, durch die Förderung einer selbständigen Arbeitsweise und die Sozialisation in die Kultur der Unternehmung den für die innovative Leistungsfähigkeit von Novartis notwendigen Fachkräftebedarf. Internationale Austausch von Absolventen der Berufe Chemie- und Biologielaborant z.B. mit Standorten in USA, Spanien oder Singapur bestätigen den in der Schweiz ausgebildeten Laboranten vor allem eine selbständige Arbeitsweise, die sie deutlich von den Absolventen rein schulischer Bildungsinstitutionen dieser Länder abhebt. Nicht überraschend werden insofern Stellen, die in Basel Berufsbildungsabsolventen innehaben, an ausländischen Standorten durch Absolventen mit universitärem Master- oder PhD-Abschluss besetzt. Für das Innovationsgeschehen bei Novartis sind vor allem die Ausbildungen zu Chemie- und Biologielaboranten zentral, die 50 % der Lernenden ausmachen. Die Berufe sind für alle Unternehmensbereiche relevant und werden in allen Stufen des Innovationsprozesses eingesetzt. In der (Grundlagen-)Forschung arbeiten sie vorwiegend mit Universitäts- und ETH-Absolventen, in der Entwicklung insbesondere auch mit Fachhochschulabsolventen zusammen.

Der Einsatz von Berufsleuten im Innovationsgeschehen am Beispiel «Hit Generation Sciences Group»

Ein typisches Beispiel für den Einsatz von Berufsleuten im Innovationsgeschehen bei Novartis liefert die sogenannte Hit Generation Sciences Gruppe, die im Innovationsprozess von Novartis eine zentrale Rolle spielt. Am Standort Basel besteht die Gruppe aus zwei Chemie- und zwei Biologielabors mit total vier PhD-Absolventen, sieben Laboranten und einem Lernenden. Die Mehrheit der Laboranten hat zunächst eine klassische Berufsausbildung als Laborant durchlaufen und hat danach Weiterbildungen absolviert.

Die Hit Generation Sciences Gruppe berät Forschungsteams bezüglich Machbarkeit und Erfolgchancen bei der Molekülsuche als Startpunkt für Medikamente aller Krankheitsbereiche. Sie führt selbst auch Experimente zur Molekülsuche durch (z.B. mithilfe «DNA encoded library») und liefert der beratenen Forschungsgruppe eine Auswahl an Hits (Molekülen). In der Gruppe engagieren sich Laboranten auf vielfältige Weise im Innovationsprozess. Sie bringen ihr Wissen zum Beispiel in Diskussionen mit Laborleitern (PhD-Absolventen) ein, aus denen in Einzelfällen die besten Ideen kommen, sie bringen technologische Neuheiten in die laufende Arbeit ein, sie treiben Innovationen zur Erleichterung der täglichen Arbeit voran (z.B. bei der Entwicklung eines Online-Tracking Tools von zu synthetisierenden Peptiden, das sie zusammen mit der IT-Gruppe entwickelt haben) und sie sind massgeblich auch bei Innovationen in Forschungsprojekten involviert (sie wirken etwa in Forschungsprojekten mit, in denen Methoden evaluiert werden, wie man chemische Verbindungen besser in die Zelle bringt).

Die Kombination des unterschiedlichen Wissens von Berufsbildungs- und Hochschulabsolventen nimmt also bei Novartis an dieser wie auch an anderen Stellen des Innovationsgeschehens eine wichtige Rolle ein. Als komparativer Vorteil des beruflichen Wissens wird die Praxiserfahrung sowie der Bezug zur Arbeitswelt, zum Betrieb und zu betrieblichen Prozessen angesehen, während akademisches Wissen abstrakter und theoretisch-analytischer ist. Da aber weder alle Innovationsprobleme mit einem rein praktischen noch mit einem rein akademischen Ansatz angegangen werden können, ist im betrieblichen Innovationsgeschehen ein breiter Skill Mix mit einer Vielfalt an unterschiedlichem Wissen und Fertigkeiten essenziell.

Entwicklungen und Herausforderungen im (Berufs-)Bildungssystem

Die in den letzten Dekaden erhöhte Durchlässigkeit des Bildungssystems hat vielfältige Bildungskarrieren eröffnet, die sowohl akademische als auch berufliche Bildung kombinieren. Die vielfältigen Möglichkeiten werden von Lernenden wahrgenommen und von Novartis als sehr wertvoll betrachtet. Bei der Rekrutierung von Berufslernenden spielt für Novartis das neu wieder gesteigerte Image der Berufsbildung eine wichtige Rolle. Bei der Rekrutierung von erfahrenen Berufsleuten spielen ausserdem die Fachhochschulen eine wichtige Rolle. Allerdings besteht hier die Gefahr, dass Fachhochschulabsolventen zunehmend mit dominant schulischem Hintergrund kämen. Damit würden sie aber

¹⁶ Für genauere Informationen zum Innovationsgeschehen siehe Langversion.

gerade nicht mehr den Skill Mix an solidem beruflichem Wissen aus der Berufslehre plus anwendungsorientierter Forschungsausbildung mitbringen, der die wichtige Brückenfunktion in Forschung und Entwicklung garantierte. Eine weitere Herausforderung könne die Internationalisierung mit sich bringen,

wenn aufgrund mangelnder Kenntnisse des Berufsbildungssystems dessen Wert übersehen und stattdessen auf im Ausland bekannte, aber nicht notwendigerweise erfolgreichere Bildungsmodelle gesetzt werde.

plett die Konsequenzen des demographischen Rückgangs zu verkraften hatte. Dies schlug sich unter anderem in einem zunehmenden Überangebot an Lehrstellen und damit in unbesetzten Lehrstellen nieder (SKBF, 2018).

Eine Möglichkeit, den potenziellen Bewerberpool zu erhöhen, bietet die Erwachsenenbildung (z.B. mittels verkürzter beruflicher Grundbildung oder direkter Zulassung zum Qualifikationsverfahren; SBF, 2014b; Schmid et al., 2017; Tsandev et al., 2017) oder im Einzelfall auch die Akquirierung von Absolventen mit gymnasialer Maturität in die berufliche Grundbildung.

Die Ausbildungsquote – das heisst der Anteil Betriebe, der Lernende ausbildet, im Verhältnis zu allen ausbildungsfähigen Betriebe n– betrug im Jahr 2009 42 % (Strupler & Wolter, 2012). Die Ausbildungsbereitschaft steigt praktisch linear mit der Betriebsgrösse: Während gut 30 % der Betriebe mit weniger als zehn Mitarbeitenden Berufslernende ausbilden, haben fast 80 % der Betriebe mit mehr als 99 Mitarbeitenden und fast alle Betriebe mit mehr als 500 Mitarbeitenden auch Berufslernende (Strupler & Wolter, 2012). In der Schweiz wirken also – ähnlich wie in Deutschland – sowohl Grossunternehmen als auch kleine und mittlere Unternehmen systematisch an der beruflichen Grundbildung mit.

Welchen Einfluss die Berufsbildung genau auf die Innovationskraft der Betriebe hat, untersuchen wir im Folgenden in zwei Aspekten. Wir betrachten einerseits den Zusammenhang zwischen Qualifikationsstrukturen und betrieblichen Innovationsergebnissen. Andererseits analysieren wir, inwiefern dieser Zusammenhang von unternehmensstrategischen sowie organisations- und personalpolitischen Massnahmen moderiert und befördert wird.

1.3.2 Bildungsdiversität und Innovations-Outputs in Unternehmen

Wie bereits in Kapitel 1.2.5 argumentiert, kann ein adäquater Skill Mix auf systemischer Ebene innovationsförderlich sein, wenn dadurch unterschiedliche Wissensquellen, Feldexpertisen oder Erfahrungen zusammenkommen und damit die Kreativität erhöht wird. In gleicher Weise kann ein guter Skill Mix auch auf betrieblicher Ebene Innovationen fördern (Bolli et al., 2017). Bei maxon und in der Bühler Group AG, werden F&E-Teams bewusst mit Angestellten mit unterschiedlichem Bildungshintergrund – Absolventen beruflicher Grundbildung, höherer Berufsbildung, Fachhochschulen und ETH und Uni – zusammengestellt, um die innovative Leistungsfähigkeit des Betriebs zu erhöhen (Fallbeispiele 3 und 5).

Quantitative empirische Studien zeigen, dass die Qualifikationsstruktur der in der Schweiz ansässigen Betriebe ein relativ hohes Mass an Bildungsdiversität aufweist (Bolli et al., 2017; Meuer et al., 2015) und dass diese einen positiven Einfluss auf Innovationen hat. Dabei besteht beispielsweise ein positiver Zusammenhang für die frühe Innovationsphase (beim Entdecken neuer Ideen und Forschungspfade; siehe Bolli et al., 2017), aber auch für radikale wie auch inkrementelle oder organisationale Innovationen (Meuer et al., 2015). Die Effekte zeigen sich sowohl bei Betrieben im traditionellen als auch im Hightech-Produktionssektor. Ausserdem zeigt sich, dass die unterschiedlichen Berufsbildungsqualifikationen sowohl für KMU als auch für Grossbetriebe wichtig sind und dass sie insbesondere für Betriebe in einem dynamischen Marktumfeld zentral sind (Meuer et al., 2015 und Rupiotta & Backes-Gellner, 2019). In Übereinstimmung damit belegt auch das Fallbeispiel Novartis (Fallbeispiel 4), dass – und auf welchem Weg – eine gute Bildungsdiversität für Unternehmen in der Pharmabranche einen zentralen Faktor im Innovationsgeschehen darstellen kann.

1.3.3 Bildungsdiversität und Wissensspillovers in mehrere Richtungen

Die Einbindung verschiedener Wissensquellen im Betrieb kann positive Effekte auf die Produktivität und Innovationskraft der betreffenden Betriebe ausüben. Dabei spielen Wissensspillovers zwischen Beschäftigten mit unterschiedlichen Bildungshintergründen eine zentrale Rolle.¹⁷ Das heisst, die Produktivität von Beschäftigten eines Bildungstyps wird durch die Zusammenarbeit mit Beschäftigten eines anderen Bildungstyps gesteigert. Während empirische Studien üblicherweise nur Spillovers von höherqualifizierten zu geringer qualifizierten Beschäftigten untersuchen (beginnend mit Moretti, 2004), zeigt die Studie von Backes-Gellner et al. (2017) für die Schweiz, dass es auch «reverse spillovers» gibt, d.h. von Berufsbildungsabsolventen zu Hochschulabsolventen. Diese Spillovers beruhen darauf, dass berufliche und akademische Bildung nicht einfach zu höheren oder niedrigeren Kompetenzen führen, sondern unterschiedliche und vor allem komplementäre Kompetenzen erzeugen. Somit können nicht nur Berufsbildungsabsolventen von Universitätsabsolventen lernen, sondern auch Universitätsabsolventen von Berufsbildungsabsolventen. In eine ähnliche Richtung deuten die in Kapitel 1.2.5 referierten Innovationseffekte nach der Gründung von Fachhochschulen (Lehnert et al., 2018; Pfister et al., 2018; Schultheiss et al., 2018). Die empirischen Befunde zeigen, dass mit der Grün-

¹⁷Zur Bedeutung von Spillovers siehe auch Bonander et al., 2016; Feldman & Audretsch, 1999; Feldman & Kogler, 2011; Glaeser, 2010; Liu, 2015.

Fallbeispiel 5: Bühler Group AG¹⁸



Lernende Polymechanikerin, Photos: Bühler Group AG



Lernende Automatiker

Die Bühler Group AG beschäftigt weltweit über 12 500 Mitarbeiter und erwirtschaftete 2018 einen Umsatz von über 3 Mrd. CHF. Die Kernkompetenzen des Unternehmens sind mechanische und thermische Verfahrenstechnik. Es investiert jährlich rund vier bis fünf Prozent des Umsatzes in Grundlagenforschung und angewandte Entwicklung. Es erwirtschaftet die Hälfte des Umsatzes mit Produkten, die jünger als fünf Jahre sind. Über 90 % dieser Investitionen werden in Uzwil getätigt, dem Hauptsitz von F&E. Bühler investiert aktuell ausserdem 50 Mio. CHF in einen Innovationscampus in Uzwil, der 2019 eröffnet wurde.

Bühler bildet am Standort Uzwil knapp 300 Berufslernende in den Berufen Anlagen- und Apparatebauer, Automatiker, Gusstechnologe, Informatiker, Konstrukteur, Polymechaniker, Industrielackierer, Kaufmann / Kauffrau und Logistiker aus. Die berufliche Grundbildung sichert den (langfristigen) Fachkräftebedarf des Unternehmens und ermöglicht eine auf den Betrieb ausgerichtete Ausbildung. Sie garantiert qualitativ hochwertiges Fachwissen sowie ein hohes Mass an Netzwerkfähigkeiten, interkulturellen Kompetenzen und sozialen Fähigkeiten. Diese Kombination aus fachlichen und überfachlichen Kompetenzen wird als zentral für die Innovationskraft und die Innovationsgeschwindigkeit des Unternehmens angesehen.

Berufslernende und Innovation

Berufslernende sind von Beginn ihrer Ausbildung in F&E-Prozesse involviert. So sind beispielsweise Lernende der Berufe Automatiker, Informatiker und Konstrukteur direkt dem F&E-Bereich zugeordnet und arbeiten dort u.a. in der Grundlagenforschung mit. In den Forschungslabors arbeiten sie unter anderem mit ETH-Ingenieuren zusammen und installieren etwa wichtige Messsonden. Oder Lernende der Berufe Anlagen- und Apparatebauer oder Polymechaniker tragen dort zur innovativen Leistungsfähigkeit bei, wo es um stärker mechanische Lösungsansätze geht. Dies manifestiert sich zum Beispiel im Rahmen der jährlich stattfindenden sogenannten Innovation Challenge, die unter der

Leitung des Chief Technology Officers stattfindet. Dabei können sich weltweit sämtliche Mitarbeitende von Bühler (inklusive Lernende) in Projektteams zusammenschliessen und Innovationsprojekte vorschlagen. Nach einer betriebsinternen Vorselektion werden etwa 20 davon an der ETH Zürich evaluiert. Eines der sechs im Rahmen der Innovation Challenge 2018 ausgewählten Teams besteht vollständig aus Berufslernenden. Ziel des Teams ist es, Staubemissionen beim Röstungsprozess von Kaffeebohnen in Ländern ohne stabiles Stromnetz drastisch zu reduzieren. Die Projektgruppe zielt auf eine mechanisch (d.h. ohne Strom) betriebene Maschine für die Entfernung der Haut von Kaffeebohnen mittels Mörser, die eine geringe Staubentwicklung aufweist. So werden Gesundheitsschäden wie etwa Erblindung verhindert. Die Berufslernenden übernehmen die Projektleitung, entwickeln Prototypen und planen, die Maschine innert zwei Jahren zur Serienreife zu bringen.

Heterogener Skill Mix, Förderung des Wissensaustauschs und überfachliche Kompetenzen

Um die innovative Leistungsfähigkeit des Betriebes hochzuhalten, werden bei der Bühler Group AG im Bereich des Personaleinsatzes mindestens drei Voraussetzungen gesehen. Erstens müssen die Qualifikationsstrukturen beziehungsweise der Skill Mix ausreichend heterogen sein. Der Skill Mix beinhaltet deshalb bewusst alle Typen von Ausbildungswegen, das heisst Absolventen der beruflichen Grundbildung, der höheren Berufsbildung (Fach- und Berufsprüfungen, höhere Fachschule HF), der Fachhochschulen, der ETHs und der Universitäten. Zweitens wird der Wissensfluss zwischen den unterschiedlichen Mitarbeitertypen gezielt gefördert, da dieser als zentral für die Innovationskraft angesehen wird. Dies geschieht zum Beispiel durch HR-Massnahmen wie Job Rotation, Teamwork und Empowerment. Drittens werden überfachliche Kompetenzen und die sogenannten Soft Skills wie Führungsfähigkeiten, Netzwerkfähigkeiten, interkulturelle Kompetenzen oder Projektmanagement gezielt aufgebaut. Fähigkeiten im Bereich des Projektmanagements

¹⁸Für genauere Informationen zum Innovationsgeschehen siehe Langversion.

werden systematisch durch die Teilnahme der Berufslernenden an einer viermonatigen Ausbildung zum Projektleiter gefördert. Interkulturelle Kompetenzen werden unter anderem durch Auslandsaufenthalte systematisch aufgebaut. So können Berufslernende im letzten Lehrjahr für mehrere Monate an ausländische Standorte von Bühler gehen und sich so etwa in China, Vietnam, Südafrika, Indien, England, Brasilien, Frankreich oder den USA bereits während der beruflichen Grundbildung ein internationales Netzwerk, aber auch das Verständnis für andere Kulturen und Arbeitsweisen aneignen.

Selektion der Lernenden und Personalentwicklung

Aufgrund der hohen Bedeutung der Berufsabsolventen wird besonderes Gewicht schon auf die Selektion der Berufslernenden gelegt. Dabei sind weniger die schulischen Leistungen als vielmehr die Passung zum Unternehmen, seiner Kultur und seinen Aufgaben wichtig. Besonderes Augenmerk wird auf Leidenschaft und Interesse für den Beruf, auf besondere Talente (z.B. Vorstel-

lungsvermögen), auf soziale Fähigkeiten, aber auch auf die Lernkurve während der Schnupperzeit gelegt.

Allerdings endet die Qualifizierung der Berufsabsolventen selten mit dem Qualifikationsverfahren (Lehrabschlussprüfung). Die grosse Mehrheit der Belegschaft weist eine Vielfalt an formalen und informellen Weiterqualifikationen auf. Die Entwicklung der Berufslehraabsolventen (und der übrigen Belegschaft) findet im Rahmen formaler Weiterbildungen (z.B. an höheren Fachschulen, Fachhochschulen oder via Passerelle an der ETH) der vielfältigen Möglichkeiten informellen lebenslangen Lernens statt.

Beteiligung an der Curriculum-Aktualisierung

Zudem engagiert sich Bühler in der Weiterentwicklung der beruflichen Curricula (siehe auch Kapitel 1.2 und Fallbeispiel 1). Aktuell betrachtet Bühler die Integration von zukunftsweisenden Lehrinhalten wie das Erlernen einer Programmiersprache in allen technischen Berufen als wichtige Aufgabe.

dung von Fachhochschulen und einem damit gestiegenen Skill Mix die Patentierungsleistungen der Unternehmen steigen. Ausserdem belegen Stellenanzeigen, dass für F&E-Aktivitäten neben den neu verfügbaren Fachhochschulabsolventen auch eine zunehmende Zahl an Berufsbildungsabsolventen für F&E-nahe Aufgaben gesucht wird, was auf Spillover-Effekte in alle Richtungen hinweist.

1.3.4 Moderatoren des Zusammenhangs von Qualifikationsstrukturen und Innovation: Personalpolitik, Unternehmensstrategie und Organisation

Die vorhergehenden Kapitel haben gezeigt, dass Betriebe die unterschiedlichen Wissensquellen von Absolventen verschiedener Bildungstypen und -stufen kombinieren können, um ihre Produktivität und Innovationsleistung zu erhöhen. Dabei zeigen theoretische Überlegungen und empirische Studien für die Schweiz, dass die Stärke dieses Effekts von der Einbettung der Qualifikationsstrukturen in darauf abgestimmte unternehmensstrategische, personalpolitische und organisatorische Rahmenbedingungen abhängt. Rupietta & Backes-Gellner (2019) können basierend auf Daten der KOF Innovationsumfrage unterschiedliche Konfigurationen identifizieren, die typischerweise mit betrieblichen Innovationen einhergehen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz von beruflicher Bildung in fast allen Konfigurationen von innovativen Betrieben im traditionellen Produktionssektor wie auch im High-tech-Produktionssektor ein fester Bestandteil ist. Die grosse Bedeutung von Qualifikationsstrukturen und personalpolitischen Massnahmen für das daraus resultierende betriebliche Innovationsgeschehen veranschaulichen auch die hier vorgestellten Fallbeispiele. So arbeitet Novartis (Fallbeispiel 4) im Forschungs- und Entwicklungsbereich bewusst in kleinen Teams, die sich oft aus PhD-Absolventen und Absolventen beruflicher Bildung zusammen-

setzen. maxon (Fallbeispiel 3) kombiniert gezielt Mitarbeiter verschiedener Ausbildungstypen und -bereiche in Teams, um den Wissensaustausch zu fördern, und pflegt eine kompetenzorientierte Zusammenarbeit mit flachen Hierarchien über alle Bereiche und Bildungsstufen hinweg.

Weiter kann die Nationalität der Unternehmen ein wichtiger Faktor für die Ausgestaltung innovativer betrieblicher Konfigurationen sein (Backes-Gellner et al., 2016). Die Autoren finden basierend auf einer Studie von Tochterunternehmen US-amerikanischer multinationaler Unternehmen in der Schweiz (und in anderen Ländern) heraus, dass diese zum Teil zwar auf Konfigurationen ihrer Mutterunternehmen setzen, dass sich viele aber auch an lokale Gegebenheiten und Konfigurationen anpassen. In Übereinstimmung damit stellt Mühlemann (2014) beim Vergleich der Ausbildungsbereitschaft von in der Schweiz ansässigen internationalen Unternehmen und Schweizer Unternehmen fest, dass es keinen statistisch signifikanten Unterschied in ihrer Ausbildungsbereitschaft gibt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es offensichtlich keinen Königsweg einer innovationsförderlichen Qualifikationsstruktur gibt. Vielmehr muss davon ausgegangen werden, dass nicht die Qualifikationsstruktur alleine entscheidend ist, sondern dass die Kombination bestimmter Qualifikationsstrukturen mit passenden personalpolitischen und unternehmensstrategischen Massnahmen entscheidend ist für die zu erwartenden Innovationseffekte. Es zeigt sich aber, dass in der Schweiz – mit ihrem gut ausgebauten und funktionsfähigen Berufsbildungssystem – die beruflichen Qualifikationen in unterschiedlichen Formen und in verschiedenartigen Kontexten und Konfigurationen immer wieder eine wichtige Rolle spielen. Dies lässt sich selbst bei internationalen Betrieben beobachten, deren Mutterunternehmen aus Ländern ohne ausgebaute Berufsbildungssysteme stammen.

1.4 Individuelle Ebene

Die Individuen sind insofern zentrale Akteure im Berufsbildungssystem, als es letztlich sie sind, die sich für eine berufliche Grundbildung entscheiden und ihre erlernten Fähigkeiten im Arbeitsprozess produktivitäts- und innovationsfördernd einsetzen. Bei Jugendlichen beginnt es mit der Entscheidung für einen Start im beruflichen oder akademischen Bildungspfad. Bei Erwachsenen geht es darum, wie eine formale Bildungskarriere fortgesetzt wird. Auch geht es langfristig um lebenslanges Lernen, Weiterbildungsteilnahmen und kontinuierliche Anpassungen an sich ändernde Anforderungen am Arbeitsplatz. Für die Innovationsfähigkeit eines Wirtschaftssystems spielt dabei die Bereitschaft der Individuen zu Neuorientierungen und beruflicher Mobilität eine herausragende Rolle. Hierfür sind die Durchlässigkeit des Bildungssystems und die daraus resultierenden Erfolgsaussichten am Arbeitsmarkt entscheidend.

Bei allen diesen Entscheidungen sind Anreize, das heisst Nutzen-Kosten-Abwägungen im weit verstandenen Sinne, ein bedeutender Faktor. Deshalb beschäftigen sich die folgenden Kapitel detaillierter mit den Bildungserträgen unterschiedlicher Bildungsabschlüsse und Bildungspfade. Erstens werden die Tätigkeitsbündel und Kompetenzen beruflicher Grundbildungen betrachtet und analysiert, inwiefern diese zur Mobilität und Flexibilität im Arbeitsmarkt beitragen (beim Einstieg und im Lebensverlauf). Zweitens werden die Möglichkeiten und die Anreize zu individueller Weiterbildung und Höherqualifizierung betrachtet. Einerseits wird dabei analysiert, welche formalen Bildungsgänge zur Höherqualifizierung den Absolventen beruflicher Bildung grundsätzlich zur Verfügung stehen. Andererseits wird untersucht, wie stark diese genutzt werden und wie sich eine berufliche Höherqualifizierung auf die Karriere auswirkt – in monetärer Form (z.B. durch Lohnzuwächse) und in non-monetärer Form (z.B. durch eine bessere Passung zwischen Ausbildung und beruflicher Tätigkeit).

1.4.1 Flexibilität und berufliche Mobilität bei sich wandelnden Arbeitsanforderungen

Generell hängen die Flexibilität und berufliche Mobilität von Arbeitskräften von der Transferierbarkeit der bisher erlernten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie den im späteren Bildungs- und Karriereverlauf dazu erworbenen Kompetenzen ab. Die im Zusammenhang mit Innovationen relevante Frage ist, in welchem Umfang die im ursprünglichen Beruf erlernten Fähigkeiten in weitere Karriereverläufe, in neue Arbeitsplätze, in neue Betriebe oder in neue Berufe mitgenommen werden können. Entscheidend ist dabei die Frage, inwieweit sich die ursprünglich erlernten Fähigkeiten in Richtung innovationsbedingt veränderter Arbeitsplätze transferieren lassen. Mit einer besseren Transferierbarkeit erhöht sich nicht nur die Innovationsbereitschaft der Individuen, sondern auch die Innovationsfähigkeit der Betriebe. Wie theoretische und empirische Studien zeigen, hängt dabei die Transferierbarkeit im Wesentlichen davon ab, wie spezifisch die erlernten Berufe sind.

Studien zum Spezifitätsgrad von Berufen und der Mobilität von Berufsbildungsabsolventen

Mehrere empirische Studien haben sich mit dem Spezifitätsgrad von Berufen und der Mobilität von Berufsbildungsabsolventen beschäftigt. Die wegweisende Studie von Mure (2007) nutzt erstmals den Skill Weights Approach, um die Spezifität von Berufen und die damit zusammenhängende Mobilität der Berufsbildungsabsolventen zu untersuchen. Spätere Studien für Deutschland von Geel et al. (2011) und von Eggenberger et al. (2019) und eine Studie für die Schweiz von Eggenberger et al. (2018) nutzen ebenfalls das Konzept des Skill Weights Approach und verfeinern vor allem die Messung der Einzelkompetenzen und der Kompetenzbündel. Zusammenfassend zeigen die empirischen Befunde, dass die in der beruflichen Grundbildung erworbenen Kompetenzbündel je nach Beruf mehr oder weniger spezifisch sein können. «Generalistenberufe» haben dabei den Vorteil, dass sie mobilitätsförderlich sind (vgl. hierzu auch Müller & Schweri, 2015), während stärker spezifische Berufe im angestammten Beruf mit überdurchschnittlichen Löhnen, also mit einem Spezifitätspremium, einhergehen und dafür Wechsel eher selten sind (Eggenberger et al., 2019; 2018). Absolventen beruflicher Bildung sind aber auf keinen Fall auf ihren Ausbildungsberuf limitiert. Es eröffnet sich ihnen vielmehr ein mehr oder weniger breites Spektrum an Optionen, da sie sowohl zwischen Betrieben innerhalb des erlernten Berufs als auch zwischen Berufen (innerhalb oder zwischen Betrieben) mobil sein können. Berufswechsel gehen nur dann mit Einkommenseinbussen einher, wenn Berufe sehr spezifisch oder fast singular sind und sich nicht innerhalb gut besetzter Berufscluster befinden, so dass mit grösserer Wahrscheinlichkeit zu inhaltlich weiter entfernten Berufen gewechselt werden muss. Aber auch wenn dieser Fall eintritt, sind die Einbussen eher gering und heben allenfalls das Spezifitätspremium auf.

Eine theoretische Grundlage zur Analyse dieser Frage liefern die Humankapitaltheorie von Becker (1962) und die spätere Erweiterung des Skill Weights Approach von Lazear (1999). Becker hat erstmals darauf hingewiesen, dass zwischen allgemeinen und spezifischen Qualifikationen unterschieden werden muss, da erstgenannte am Arbeitsmarkt transferierbar sind, während letztgenannte nur im erlernten Unternehmen (auf dem erlernten Arbeitsplatz) einsetzbar sind. Der Skill Weights Approach präzisiert beide Konzepte. Er geht davon aus, dass Single Skills (einzelne Kompetenzen wie Fähigkeit, Wissen oder Fertigkeit) zu unterscheiden sind von Skill-Bündeln (oder Kompetenzbündeln). Während jedes Single Skill genereller Natur und damit grundsätzlich transferierbar ist, können die Skill-Bündel sehr spezifisch und damit möglicherweise nur schwer transferierbar sein. Übertragen auf die Berufsbildung bedeutet dies, dass Berufe als Kompetenzbündel interpretiert werden können, die einzelne Kompetenzen mit unterschiedlichen Gewichten zusammenbringen. Dabei können die Kompetenzbündel beziehungsweise die Gewichtungen der Single Skills innerhalb eines Berufes mehr oder weniger spezifisch

– und damit mehr oder weniger leicht transferierbar sein. Ob ein bestimmter Beruf (also ein bestimmtes Kompetenzbündel) eher im spezifischen oder im generellen Bereich des Kontinuums liegt, hängt davon ab, wie einzigartig die Kombination an Kompetenzen ist im Vergleich zu den Kompetenzbündeln aller anderen Berufe am Arbeitsmarkt. Daraus ergibt sich der Spezifitätsgrad eines Berufes, der massgeblich dafür ist, wie flexibel und mobil die Absolventen beruflicher Grundbildungen sind, wie gut sie auf Veränderungen in der Arbeitswelt vorbereitet sind und ob sie selbst zum Wandel beitragen können. Ein geringerer Spezifitätsgrad der Ausbildungen ist eine wesentliche Determinante der Innovationsfähigkeit der Arbeitskräfte und eine wichtige Grundlage für die Bereitschaft der Arbeitskräfte, bei sich abzeichnenden Innovationen mitzumachen. Ausserdem geht mit einem geringeren Spezifitätsgrad ein breiterer Skill Mix einher, was kreative Lösungen und Innovationen befördert. Gleichzeitig hilft aber ein höherer Spezifitätsgrad, besser in die Tiefe zu gehen und betriebliche Prozesse oder Produkte grundlegender zu verstehen, was für Innovationen ebenfalls wichtig ist. Das heisst, es gibt einen Trade-off zwischen den Vor- und Nachteilen eines mehr oder weniger hohen Spezifitätsgrades, sodass in der Regel weder Berufe mit einem vollständig generellen noch mit einem vollständig spezifischen Kompetenzbündel optimal sind.

Aus den Resultaten der im vorangehenden Kasten genannten Studien kann unter anderem die folgende Schlussfolgerung gezogen werden: Eine systematische Aufstockung der Skill-Bündel von spezifischen Berufen mit weitverbreiteten Single Skills (z.B. mit Kenntnissen zu Querschnittstechnologien oder mit digitalen Querschnittskompetenzen; siehe Eggenberger & Backes-Gellner, 2019) wirkt einem zu starken Spezifitätsgrad entgegen und erhöht damit die Innovationsfähigkeit und Innovationsbereitschaft. Hier liegt eine grosse Chance für die zukünftige Weiterentwicklung des Berufsbildungssystems im Sinne einer generellen Verbesserung der Innovationsstärke der Schweiz und als Vorbereitung für eine positive Bewältigung der noch zu erwartenden Digitalisierungswelle.

Überfachliche Kompetenzen und Soft Skills (Querschnittskompetenzen)

Innovationsbedingter Wandel setzt aber nicht nur fachliche Kompetenzen voraus, sondern auch überfachliche Kompetenzen wie Kommunikations- und Teamfähigkeit, soziale Intelligenz oder allgemein formuliert sogenannte Soft Skills (Aeppli et al., 2017; Bolli & Renold, 2017; Schweri & Iten, 2018). Eine Studie von Salvisberg (2010) untersucht diese Soft Skills mittels Stellenausschreibungen des Schweizer Stellenmarktmonitors und findet vor allem in den 1990er Jahren einen steilen Anstieg in der Nachfrage. Diesen Anstieg schreibt der Autor dem strukturellen Wandel, der Einführung der Computerarbeit und organisationalen Veränderungen zu. Die oben vorgestellten Fallbeispiele sowohl der Verbände als auch der Unternehmen zeigen ebenfalls, dass Soft Skills in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen werden. Sie fungieren innerhalb beruflicher Skill-Bündel wie Querschnittskompetenzen. Sie reduzieren den Spezifitätsgrad und erhöhen die Chancen zu beruflicher Mobilität. Soft Skills können zwar generell an allen Lernorten – Betrieb,

Berufsfachschule und überbetriebliche Kurse – erlernt werden, es wird aber heute davon ausgegangen, dass vor allem das betriebliche Umfeld einen wichtigen Effekt auf ihre Entwicklung ausübt (Bolli & Hof, 2018; Bolli & Renold, 2017; Hoeschler et al., 2018). Auch in der internationalen Literatur wird der Berufsbildung mittlerweile zunehmend zugestanden, dass sie bezüglich der Entwicklung non-kognitiver Persönlichkeitsmerkmale im Vorteil sein könnte (siehe Heckman & Kautz, 2012). Welche Rolle die Berufsbildung bei der Vermittlung dieser Kompetenzen genau einnimmt und wie sich diese auf Arbeitsmarktfaktoren und die Innovationsleistungen auswirken, ist jedoch noch ein vergleichsweise neues Forschungsfeld, das in Zukunft dringend weiter untersucht werden sollte.

1.4.2 Individuelle Höherqualifizierung und Weiterbildung bei steigenden Arbeitsanforderungen

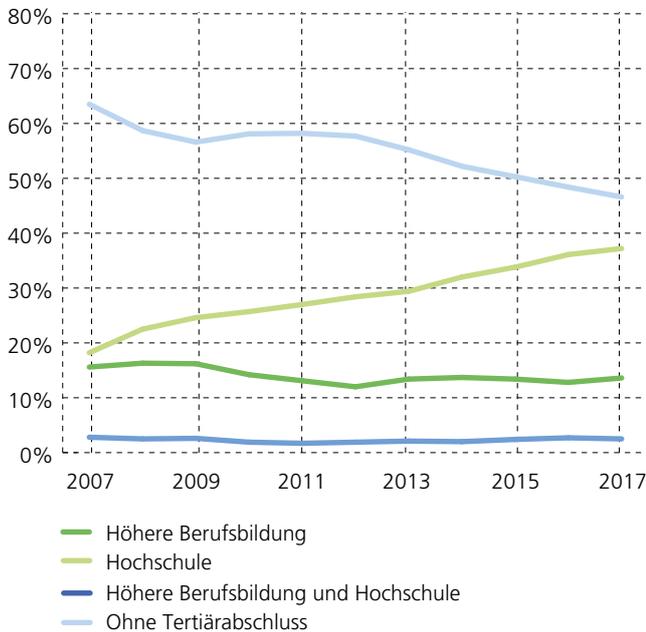
Mit Innovationen gehen häufig Veränderung von Tätigkeiten und Kompetenzen einher, die oft – wenn auch nicht immer – zu gestiegenen Qualifikationsanforderungen führen. Welche Auswirkungen dies am Arbeitsmarkt und für Beschäftigte mit unterschiedlichen Qualifikationen hat, ist umstritten.

Gemäss der sogenannten Polarisierungshypothese, die vor allem in der angelsächsischen Forschung stark dominiert, wird durch den technologischen Wandel insbesondere der Anteil der Beschäftigten mit mittlerem Qualifikationsniveau reduziert (bei zunehmenden Anteilen an gering- und hochqualifizierten Beschäftigten). Für die Schweiz oder andere Länder mit ausgeprägtem Berufsbildungssystem können solche Entwicklungen aber so eher nicht bestätigt werden, wie Schweri & Iten (2018), Rinawi & Backes-Gellner (2015) oder Expertenkommission Forschung und Innovation (2016) zeigen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Berufe des mittleren Qualifikationsniveaus in der Schweiz ein sehr viel weiteres Kompetenz- und Tätigkeitsspektrum aufweisen als beispielsweise in den USA und dass daher dort Arbeitsplätze mit mittlerem Qualifikationsniveau leichter vollständig durch Technologie zu ersetzen sind als in der Schweiz. Gleichzeitig geht mit Innovationen oft auch eine Tendenz zum Upgrading von Arbeitsplätzen einher.

Für ein solches Upgrading liefert das Berufsbildungssystem der Schweiz wiederum gute Voraussetzungen (Falk & Biagi, 2015; Wolter et al., 2015). Erstens verleiht die berufliche Grundbildung in der Schweiz durch die stetige Aktualisierung der Curricula von Beginn an zukunftsorientierte Qualifikationsbündel. Zweitens ermöglicht die Berufsbildung ihren Absolventen eine vielfältige Mobilität zwischen Betrieben und Berufen. Und drittens hat die Berufsbildung auch einen Schwerpunkt auf überfachlichen Kompetenzen wie Soft Skills oder Methodenkompetenzen, die immer mehr an Bedeutung gewinnen (siehe Kapitel 1.2 und 1.4.1). Darüber hinaus bietet das Berufsbildungssystem durch seine ausgeprägte Einbettung in das übergeordnete Bildungssystem ein vielfältiges Portfolio an Möglichkeiten zur Höherqualifizierung für Berufsbildungsabsolventen.

Abbildung C 1.6: Anteil der Abschlüsse auf tertiärer Stufe der 30-34-Jährigen



Berechnungen Backes-Gellner & Pfister
 Quelle: BFS & Schweizerische Arbeitskräfteerhebung (SAKE)

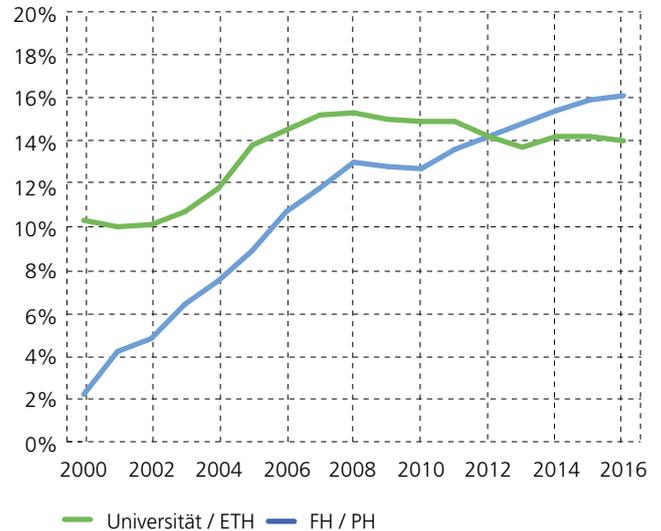
Ein solches Portfolio an formalen Bildungsmöglichkeiten schafft hervorragende Voraussetzungen dafür, dass die Arbeitskräfte bei einem Upgrading ihrer Arbeitsplätze «mitgenommen» werden können (weil sie damit ihre ursprünglich erlangten Qualifikationsbündel systematisch weiterentwickeln können).

Gleichzeitig übt das vielfältige Portfolio an Bildungsmöglichkeiten einen Anreiz auf Jugendliche aus, ihre Bildungskarriere mit einem Berufsabschluss auf Sekundarstufe II zu starten (Wolter & Ryan, 2011), da sie auch danach noch attraktive Bildungsaufstiege und berufliche Karrierepfade vor sich haben.

Daten des Bundesamts für Statistik zeigen zudem, dass die vielfältigen Angebote genutzt werden und in der Regel rentabel sind. Die Quote der Tertiärabschlüsse bei den 30- bis 34-Jährigen ist in den letzten zehn Jahren kontinuierlich von 35 % auf über 50 % gestiegen. Dabei sind die Abschlüsse im Bereich der höheren Berufsbildung bei ca. 15 % konstant geblieben, während die Zahl der Fachhochschulabschlüsse gestiegen ist (Abbildung C 1.6).

Abbildung C 1.7 zeigt, dass der Anteil der FH- und PH-Absolventen – gemessen am Anteil der gleichaltrigen Wohnbevölkerung – seit 2012 sogar grösser ist als der Anteil der Universitäts- und ETH-Absolventen. Dies ist jedoch zum Teil auf Strukturbrüche bei den Abschlüssen (Berufe im Bereich Gesundheit, Soziales und Kunst sowie die Einführung der Bologna-Richtlinien) und auf Zuwanderung zurückzuführen.

Abbildung C 1.7: Anteil der FH- / PH- und Universitäts- / ETH-Abschlüsse relativ zur gleichaltrigen Wohnbevölkerung



Quelle: BFS, Darstellung Backes-Gellner & Pfister

Darüber hinaus zeigt eine Vielzahl an empirischen Studien, dass berufliche oder gemischte Bildungspfade auch konkurrenzfähige Bildungsrenditen mit sich bringen (siehe Kapitel 1.4.3). So legen empirische Studien von Backes-Gellner & Tuor (2010) und Pfister et al. (2017) dar, dass die Durchlässigkeit gut genutzt wird und dass gemischte Bildungspfade eine vergleichsweise hohe individuelle Bildungsrendite (mit vergleichsweise geringem Risiko) aufweisen (siehe auch Kapitel 1.4.3).

Die den Berufsbildungsabsolventen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zur Höherqualifizierung werden also genutzt und schaffen so eine gute Grundlage für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Arbeitskräfte im Zusammenhang mit Innovationen.

Inwiefern dies für andere Bereiche zutrifft und mit welchen Vor- und Nachteilen dies einhergeht, bleibt Gegenstand weitergehender Forschung. So können Arbeitskräfte des Fachbereichs Gesundheit zum Beispiel an Fachhochschulen und an höheren Fachschulen ausgebildet werden. Dabei findet erstes fast ausschliesslich in der Westschweiz statt, während letzteres in der Deutschschweiz weiter verbreitet ist. Offen bleibt die Frage, ob die Profile der verschiedenen Bildungsgänge auf tertiärer Stufe in diesem Fachbereich genügend trennscharf sind (SKBF, 2018) und inwiefern diese äquivalent einsetzbar sind.

Passung von erlernten Fähigkeiten und Arbeitsmarkt-anforderungen

Die empirischen Ergebnisse sogenannter Mismatch-Studien zeigen für die Schweiz einen geringen Mismatch für Berufsbildungsabsolventen. Mismatch bedeutet, dass es keine oder kaum Passung zwischen den von den Beschäftigten erlernten und den von den Arbeitgebern (für eine Stelle) verlangten Fähigkeiten, Wissen und Fertigkeiten gibt (vgl. Buchs & Buchmann, 2017; Eymann & Schweri, 2015). Die empirischen Befunde für die Schweiz deuten darauf hin, dass auf dem Schweizer Arbeitsmarkt die Passung generell gut, gemessen am internationalen Vergleich sogar hervorragend, ist. Ausserdem gibt es keine Hinweise für eine Zunahme von Mismatches in den letzten 15 Jahren (vgl. Aepli et al., 2017). Eymann & Schweri (2015) zeigen zudem, dass Individuen mit Berufsbildung nicht überdurchschnittlich von Mismatch betroffen sind und schlussfolgern, dass die Mobilität von Berufsbildungsabsolventen grösser ist, als bisher oft unterstellt. Neuere Resultate von Buchs & Buchmann (2017) belegen sogar, dass für Absolventen beruflicher Grundbildungen und höherer Berufsbildung die Mismatchquoten am tiefsten sind.

Weiter zeigen Pfister et al. (2018) und Lehnert et al. (2018), dass Fachhochschulabsolventen, die sich mit MINT-Fächern höher qualifiziert haben, nicht nur gut vom Arbeitsmarkt absorbiert werden, sondern dass diese auch zur Innovationskraft der Schweizer Wirtschaft (gemessen anhand der Quantität und Qualität von Patenten) einen substantiellen Beitrag leisten (vgl. hierzu ausführlicher auch Kapitel 1.2.5). Die Fallbeispiele 3 und 5 zu den Unternehmen maxon und Bühler Group AG zeigen, dass sich die FH-Absolventen der MINT-Bereiche klar von Absolventen der höheren Berufsbildung sowie der ETH und Universitäten differenzieren, dass aber gerade diese Vielfalt für den Innovationsprozess essenziell ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Berufsbildungssystem der Schweiz mit seinen vielfältigen Entwicklungs- und Einsatzmöglichkeiten die Arbeitskräfte gut auf sich wandelnde Arbeitswelten vorbereitet. Es ermöglicht zunächst den Absolventen beruflicher Grundbildungen einen hohen Grad an Mobilität zwischen Betrieben und Berufen. Das Schweizer Berufsbildungssystem verfügt darüber hinausgehend über ein gut ausgebautes Angebot

¹⁹Das Weiterbildungsgesetz (WeBiG, Art. 3) unterscheidet drei verschiedene Bildungsformen: 1. Formale Bildung beinhaltet strukturierte Bildungsgänge auf Sekundarstufe II (berufliche Grundbildung, Fachmittelschule, Gymnasium), Abschlüsse der höheren Berufsbildung (Berufsprüfung, höhere Fachprüfung, höhere Fachschule), sowie Hochschulabschlüsse (Bachelor, Master, Doktorat). Formale Bildung ist also gesetzlich geregelt und führt zu eidgenössisch anerkannten Abschlüssen. 2. Nicht-formale oder non-formale Bildung ist geregelt durch das WeBiG, beinhaltet strukturierte Weiterbildungsangebote ausserhalb der formalen Bildung, beispielsweise Workshops, selbstorganisierte Lehrgänge, Weiterbildungen an Hochschulen (CAS, DAS, MAS). 3. Informelle Bildung erfolgt ausserhalb strukturierter reglementierter Lehrgänge und umfasst zum Beispiel individuelles Lernen oder Lernen am Arbeitsplatz.

an vielfältigen und den unterschiedlichsten Bedürfnissen angepassten formalen Bildungsmöglichkeiten (inklusive tertiärer beruflicher und akademischer Abschlüsse). Durch die Breite beruflicher Grundbildungen bereitet diese auch auf vielfältige nicht-formale und informelle¹⁹ Weiterbildungsmöglichkeiten vor, was ebenfalls entscheidend ist für die Innovationsfähigkeit des Wirtschaftssystems.

Aus der Perspektive der Innovationsfähigkeit ist insbesondere die Vielfalt der beruflichen Bildungsmöglichkeiten eine Stärke des Schweizer Systems, da sie eine wichtige Voraussetzung zur Bewältigung sich ändernder und naturgemäss schwer vorhersehbarer Arbeitsplatzanforderungen ist. Ein breites Angebot an unterschiedlichen Qualifizierungsmöglichkeiten ist eine gute Voraussetzung, damit Individuen innovationsbedingten Wandel bewältigen können. Es schafft zudem bei den Individuen gleichzeitig die notwendige Motivation, selbst dazu beizutragen, Innovationen systematisch voranzutreiben.

1.4.3 Erwerbsverläufe, Aufstiegsmöglichkeiten und Anreize zu Weiterqualifizierung und Innovation

Neben guten Berufsaussichten sind die Attraktivität der Erwerbsverläufe und Aufstiegsmöglichkeiten im Berufsbildungssystem zentral dafür, dass sich talentierte Individuen überhaupt für eine berufliche Grundbildung entscheiden. Wichtige Anreizfaktoren sind hierbei kompetitive Löhne und Karriereoptionen. Die Berechnung von Bildungsrenditen stellt eine Möglichkeit dar, die Attraktivität der Erwerbsverläufe und Aufstiegsmöglichkeiten monetär auszudrücken.

Während in internationalen Studien für berufliche Bildungskarrieren oft tiefere Renditen gefunden werden als für akademische Karrieren (siehe etwa Conlon, 2006 für UK), zeigen empirische Befunde für die Schweiz ein relativ einheitliches positives Bild (siehe z.B. Sheldon, 1992; Weber, 2003; Weber & Wolter, 1999; Wolter & Weber, 1999; sowie weitere Hinweise in Langversion).

Die empirischen Befunde zu den verschiedenen Bildungskarrieren in der Schweiz und den damit verbundenen Arbeitsmarktfaktoren zeigen, dass die berufliche Bildung eine kompetitive und attraktive Alternative zur akademischen Karriere darstellt. Mit einem beruflichen oder gemischten Bildungspfad sind attraktive Erwerbsverläufe, Karriereoptionen und Aufstiegsmöglichkeiten verbunden. Dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass talentierte Individuen entsprechend ihren Präferenzen und Fähigkeiten die unterschiedlichen beruflichen Pfade beschreiten und dass so auf systemischer und betrieblicher Ebene ein guter Skill Mix von hochqualifizierten, beruflich und akademisch ausgebildeten Arbeitskräften zur Verfügung steht.

Studien zu den Bildungsrenditen beruflicher Bildungskarrieren

Sowohl auf Sekundarstufe II als auch auf tertiärer Stufe sind demnach die Renditen beruflicher Bildungsgänge ungefähr gleich hoch, teils sogar höher als jene der akademischen Bildungsgänge. Zudem zeigen Balestra & Backes-Gellner (2017), dass die Erträge der verschiedenen Bildungspfade jeweils sehr heterogen sind und die Durchschnittsrenditen nicht für alle gleichermassen gelten. So finden sie, dass zwar eine akademische Bildung am oberen Rand der Einkommensverteilung durchaus höhere Erträge erbringt als eine berufliche Bildung, dass es aber im mittleren Einkommensbereich keine Unterschiede gibt und im unteren Einkommensbereich die berufliche Bildung sogar höhere Erträge aufweist. Das heisst, Berufsbildung bringt für die Mehrheit der Erwerbspersonen gleich hohe oder sogar höhere Erträge als eine akademische Bildung.

Wolter & Weber (1999) berechnen ausserdem private Bildungsrenditen basierend auf dem Kosten-Nutzen-Modell und finden signifikant positive Effekte für alle nachobligatorischen Bildungsgänge. Cattaneo (2011) berechnet die Renditen für höheren Fachschulen sowie für Berufsprüfungen und höhere Fachprüfungen und findet ebenfalls starke und statistisch signifikant höhere Einkommen. Backes-Gellner & Geel (2013) untersuchen Löhne, Arbeitslosigkeitsrisiko und Lohnvarianz von Universitäts- und Fachhochschulabsolventen beim Karrierestart und in einem späteren Stadium (fünf Jahre nach Abschluss). Ihre Resultate zeigen für FH-Absolventen höhere Löhne und eine geringere Lohnvarianz beim Karrierestart; das Arbeitslosigkeitsrisiko ist für beide Bildungstypen in etwa gleich niedrig. Im späteren Karrierestadium heben sich zwar die Lohnunterschiede zwischen FH- und Universitätsabsolventen auf, allerdings weisen FH-Absolventen immer noch ein tieferes Arbeitslosigkeitsrisiko auf. Mismatch-Studien von Eymann & Schweri (2015) sowie von Buchs & Buchmann (2017) liefern darüber hinaus Hinweise, dass die Absolventen unterschiedlicher beruflicher Bildungsgänge ausbildungsgerecht eingesetzt werden, da sie nur einen geringen

Mismatch finden (vgl. ähnlich auch Schultheiss et al., 2018). Darüber hinaus sind auch die Bildungsrenditen von Personen mit gemischten Bildungspfaden konkurrenzfähig. Backes-Gellner & Tuor (2010) analysieren die privaten Bildungserträge von Personen mit tertiärem Bildungsabschluss und sogenannten gemischten Bildungspfaden. Sie werden begangen von Individuen, die ihren Bildungsweg auf Sekundarstufe II beruflich gestartet und auf tertiärer Stufe akademisch beendet haben oder die mit einer schulischen Ausbildung begonnen und dann in die höhere Berufsbildung oder Fachhochschule gewechselt haben. Neben den individuellen Bildungsrenditen berechnet die Studie auch das Einkommensrisiko (d.h. die Varianz des Einkommens) der verschiedenen Bildungspfade. Die empirischen Ergebnisse zeigen für gemischte Pfade die höchsten Durchschnittserträge, bei ungefähr gleich niedrigem Einkommensrisiko für alle Bildungspfade. Ähnliche Befunde finden Pfister et al. (2017): Unterschiede im Einkommen werden mehr durch das Bildungsfeld (z.B. Gesundheit vs. Wirtschaft) als durch den Bildungstyp (beruflich vs. akademisch) determiniert. Sie zeigen zudem, dass nicht nur die Kombination von verschiedenen Bildungstypen, sondern auch von verschiedenen Bildungsfeldern (z.B. Wirtschaft mit MINT) am Arbeitsmarkt mit Einkommensgewinnen honoriert werden.

Bezüglich gemischter Pfade zeigen Backes-Gellner et al. (2010) zudem, dass Individuen mit gemischten Bildungspfaden mit höherer Wahrscheinlichkeit Unternehmer werden als Individuen mit rein beruflichen oder rein akademischen Pfaden. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse auch, dass Unternehmer – wie nicht anders zu erwarten – bei allen Bildungspfaden im Durchschnitt ein höheres Risiko eingehen als abhängig Beschäftigte. Die höhere Wahrscheinlichkeit, mit gemischten Bildungspfaden Unternehmer zu werden, kann vor dem Hintergrund der Lazear'schen Jack of all Trades-Theorie gut erklärt werden: Unternehmer brauchen breitere und ausgeglichene Kompetenzbündel, die sich in gemischten Bildungspfaden eher ergeben (siehe auch Backes-Gellner et al., 2010).

1.5 Schlussfolgerungen und Herausforderungen

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Berufsbildung in der Schweiz ein wesentliches Element des Innovationssystems darstellt, das über verschiedene Akteure und Mechanismen einen wichtigen Beitrag zur Innovationsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft leistet.

Durch die Berufsbildung werden Fachkräfte mit profundem berufspraktischen Wissen und einem breiten Spektrum an professionellen Kompetenzen – inklusive Methoden- und Sozialkompetenzen – aufgebaut. Sie werden nach Curricula mit regelmässig aufdatierten und an der Innovationsfront ausgerichteten Inhalten ausgebildet, was die Fallbeispiele zum Curriculum-Updating der MEM-Berufe und der Zahntechniker sehr gut veranschaulichen. Durch die Breite der Ausbildung sind Berufsbildungsabsolventen flexibel und mobil, was die Fähigkeit und Bereitschaft erhöht, an betrieblichen Innovationen mitzuwirken und diese voranzutreiben.

Dementsprechend lassen sich positive Innovationseffekte der Berufsbildung auf betrieblicher Ebene nachweisen. Betriebe, die Lernende ausbilden, sind innovativer als nichtausbildende Betriebe. Betriebe mit einem breiten Skill Set aus Absolventen der beruflichen Grundbildung, der höheren Berufsbildung, der Fachhochschulen und der universitären Hochschulen sind innovativer als Betriebe mit einseitiger Qualifikationsstruktur. Die vorgestellten Fallbeispiele Novartis, maxon und Bühler Group AG veranschaulichen diese Zusammenhänge und unterstreichen die Bedeutung der Berufsbildung im Allgemeinen sowie eines breiten Skill Mix und der Synergie zwischen verschiedenen Wissensquellen für das betriebliche Innovationsgeschehen im Besonderen. Fachhochschulabsolventen nehmen eine wichtige Brückenfunktion zwischen Berufsbildungsabsolventen sowie Universitäts- und ETH-Absolventen ein. Innovationseffekte eines diversen Skill Mix lassen sich sowohl für unterschiedliche Typen an Innovationen auch in unterschiedlichen Branchen, Marktumfeldern oder Betriebsgrößen nachweisen.

Aus der Perspektive der Innovationsfähigkeit stellt auch die Vielfalt der beruflichen Aufstiegsmöglichkeiten und die hohe berufliche Mobilität eine Stärke der Schweizer Berufsbildung dar, da sie eine wichtige Voraussetzung zur Bewältigung sich ändernder und naturgemäss schwer vorhersehbarer Arbeitsplatzanforderungen ist. Innovationsbedingter Wandel setzt neben Fachkompetenzen auch sogenannte Soft Skills wie Teamfähigkeit, Selbstorganisation oder Kommunikationsfähigkeiten voraus. Empirische Studien zeigen, dass der Lernort Betrieb, der im Mittelpunkt der Schweizer Berufsbildung steht, für die Entwicklung dieser Skills besonders effektiv ist.

Berufsbildung unterstützt und fördert also auf vielfältige Weise die Innovationsfähigkeit der Schweizer Betriebe und der Volkswirtschaft insgesamt. Allerdings gibt es auf unterschiedlichen Ebenen wichtige Voraussetzungen oder strukturelle Bausteine, die für die Innovationseffekte entscheidend sind.

Auf der **Ebene des Systems** ist ein erster wichtiger Baustein für den Innovationsbeitrag des Berufsbildungssystems die Verbundpartnerschaft, in der Staat und Organisationen der Arbeitswelt inklusive Betriebe an unterschiedlichen Stellen, insbesondere bei der Curricula-Aktualisierung zusammenarbeiten. Hiermit wird die Qualität und Zukunftsfähigkeit der Berufsbildung sichergestellt. Ein für die Innovationswirkungen wesentliches Element ist die gemeinsame Aktualisierung der Curricula der beruflichen Grundbildung (siehe Fallbeispiele zur Revision der MEM-Berufe und des Zahntechnikerberufs). Ein zweiter Baustein ist die Durchlässigkeit des Bildungssystems. Eine hohe Durchlässigkeit schafft gute Voraussetzungen für Arbeitskräfte, sich auf wandelnde Arbeitsanforderungen einzustellen und diese voranzutreiben.

Auf der **Ebene des Betriebs** gibt es ebenfalls zwei wesentliche Bausteine für den Beitrag der Berufsbildung zur Innovation. Der erste ist eine ausreichend breite Beteiligung unterschiedlicher Typen von Betrieben (gross vs. klein, innovativ vs. traditionell, Produktion vs. Dienstleistungen etc.) an der betrieblichen Berufsbildung. Zweitens zählt ein guter innerbetrieblicher Skill Mix dazu. Dabei werden betriebliche Innovationseffekte verstärkt, wenn Betriebe aufeinander abgestimmte personalpolitische, organisatorische und unternehmensstrategische Massnahmen einsetzen. Es gibt keinen «Königsweg» an innovativen betrieblichen Konfigurationen. Allerdings stellt in Betrieben in der Schweiz in vielen dieser Konfigurationen das Vorhandensein von Arbeitskräften mit Berufsbildung ein wichtiges Element dar.

Auf der **Ebene des Individuums** gibt es ebenfalls zwei für die Innovationsfähigkeit des Berufsbildungssystems wesentliche Bausteine. Erstens müssen die im Bildungssystem und am Arbeitsmarkt bestehenden Anreize so ausgerichtet sein, dass sich auch talentierte Jugendliche für eine berufliche Grundbildung entscheiden. Zweitens müssen Individuen mit beruflicher Grundbildung durch vielfältige Möglichkeiten zu formaler Höherqualifizierung und lebenslangem Lernen auf sich wandelnde Arbeitsanforderungen und ein Upgrading von Arbeitsplätzen vorbereitet sein.

Wie die in dieser Studie aufgearbeiteten empirischen Untersuchungen für die Schweiz zeigen, sind die oben genannten Bedingungen bislang gut erfüllt. Allerdings gibt es wesentliche Herausforderungen, die es in der Zukunft zu beachten gilt und die entscheidend sind für einen langfristigen Erhalt der hohen Innovationsfähigkeit des Schweizer Systems. Diese Herausforderungen ergeben sich wiederum auf den drei unterschiedlichen Ebenen.

Auf der **Ebene des Systems** gibt es zwei Herausforderungen:

- 1) Interessenausgleich im Berufsbildungssystem und weiterhin breite Beteiligung von Betrieben
Eine wichtige Herausforderung ist die Sicherstellung eines Interessenausgleichs zwischen unterschiedlichen Typen von Betrieben im Berufsbildungssystem und eine weiterhin breite Beteiligung unterschiedlicher Betriebe an beruflicher Grundbildung. Ein Spannungsfeld gibt es beispielsweise bezüglich der künftigen Berufsinhalte zwischen Betrieben, die näher oder entfernter sind von der Inno-

vationsfront. Während dabei aus Innovationsperspektive den innovativen Inhalten immer der Vorrang eingeräumt werden sollte, setzt eine weiterhin breite Beteiligung aller Betriebe jedoch auch einen – wie auch immer gearteten – Interessenausgleich voraus. Dieser kann zum Beispiel über geeignete Ausdifferenzierungen der Berufsbilder, über überbetriebliche Ausbildungszentren oder gemeinsame Ausbildungen und allenfalls überbetriebliche Kurse sichergestellt werden. Hierfür sind Organisationen der Arbeit von entscheidender Bedeutung. Sie müssen weiterhin für einen zukunftsweisenden Interessenausgleich eintreten, gleichzeitig im Sinne der Innovationsfähigkeit der Schweiz die Bildungsinhalte immer möglichst nahe an der Innovationsfront ansiedeln.

2) Systemische Abstimmung zwischen Berufsbildungs- und akademischen Bildungsinstitutionen

Die zweite Herausforderung auf Ebene System stellt eine adäquate systemische Steuerung und Abstimmung zwischen Berufsbildung und akademischer Bildung dar. Dies zeigt sich auf Sekundarstufe II etwa bei der Problematik einer zu geringen Zahl an Lehrstellenbewerbern, die unter anderem mit einem überhöhten Angebot an Maturitätsschulen einhergeht. Auf der Tertiärstufe besteht die Gefahr, dass Fachhochschulen ihr eigenständiges Profil verwässern und sich in Konkurrenz zu Universitäten oder auch der höheren Berufsbildung positionieren.

So bewegen sich manche Fachhochschulen weg von ihrem ursprünglichen Berufs- und Anwendungsbezug hin zu einem universitären Profil.²⁰ Manche Fachhochschulen und Fächer richten etwa ihre Forschung und Lehre zunehmend aus an Absolventen aus dem allgemeinbildenden und akademischen Bildungssystem. Mit solchen Entwicklungen werden nicht nur Aufstiegswege für Berufsbildungsabsolventen zweckentfremdet, sondern es wird auch die Brückenfunktion geschwächt, die Fachhochschulabsolventen im gegenwärtigen Innovationssystem eingenommen haben.

Eine zunehmende Verwischung der ursprünglich klaren Profilierung der Fachhochschulen ist auch dort festzustellen, wo manche Fachhochschulen zum Beispiel mit Weiterbildungs-MAS in Konkurrenz zu höheren Berufsbildungen auftreten. Auch bei der Akademisierung vormals beruflicher Bildungen wie im Gesundheits- und Sozialwesen stellen sich Fragen nach dem effektiven Bedarf solcher akademischer Grade im Verhältnis zu stärker praxisorientiert ausgebildeten und praxisnah höherqualifizierten Berufsfachleuten der höheren Berufsbildung. Eine wichtige Aufgabe für die Zukunft ist eine systematische Beobachtung solcher Einzelentwicklungen und vor allem eine systemische Abstimmung mit dem übergeordneten Bildungssystem. Bei all diesen Entwicklungen wäre es wichtig, dass sie nicht unkoordiniert ablaufen, sondern dass es Koordinationsinstanzen zwischen Hochschulbehörden und Berufsbildung gibt, die solche systemübergreifenden Fragen untersuchen und allfälligen Regelungsbedarf mit den jeweils zuständigen Behörden von Bund und Kantonen klären.

²⁰ Oft wird von einer «Akademisierung» der Fachhochschulen gesprochen, allerdings ist hier die Verwendung des Begriffs «Akademiker» generell zu problematisieren (siehe Renold, 2015).

Auf der **Ebene Betrieb** gibt es drei wesentliche Herausforderungen:

1) Beteiligung (innovativer) Unternehmen am System der Berufsbildung

Damit die Curricula der beruflichen Grundbildungen auf neuestem Stand bleiben, ist erstens die Mitwirkung innovativer Betriebe am Berufsbildungssystem, und zwar vor allem bei der Erarbeitung neuer und aktualisierter Curricula, eine zentrale Voraussetzung. Da zu diesem Thema keine empirischen Untersuchungen vorliegen, kann nicht abgeschätzt werden, ob die Beteiligung der Betriebe sich verändert hat (und gegebenenfalls wie sich diese auf unterschiedliche Branchen oder Berufe verteilt). Allerdings sollte dieser Aspekt in Zukunft sorgfältig beobachtet und erforscht werden, da er für die Innovationsfähigkeit des Berufsbildungssystems eine herausragende Rolle spielt.

2) Beteiligung neuer und internationaler Unternehmen

Die zweite Herausforderung für die Berufsbildung stellt die zunehmende Zahl an neuartigen Betriebsformen sowie an internationalen Betrieben dar, die keine Tradition in beruflicher Bildung haben und sich deshalb möglicherweise eher zurückhaltend beteiligen. Empirisch ist die Bedeutung des Problems ebenfalls nicht eindeutig zu bestimmen. Während einfache deskriptive Vergleiche durchaus den Schluss nahelegen, dass die Ausbildungsbeteiligung von internationalen Betrieben tiefer ist als die von einheimischen, kann Mühlemann (2014) zeigen, dass dies unter Berücksichtigung regionaler und branchenspezifischer Unterschiede nicht der Fall ist. Die in Einzelfällen zu beobachtende Beteiligung von internationalen Tech-Unternehmen an der beruflichen Bildung in der Schweiz²¹ deutet jedenfalls darauf hin, dass das Problem nicht unlösbar ist. Es sollte aber beobachtet werden.

3) Bewältigung einer schrumpfenden Zahl an Schülern und Lehrstellenbewerbern

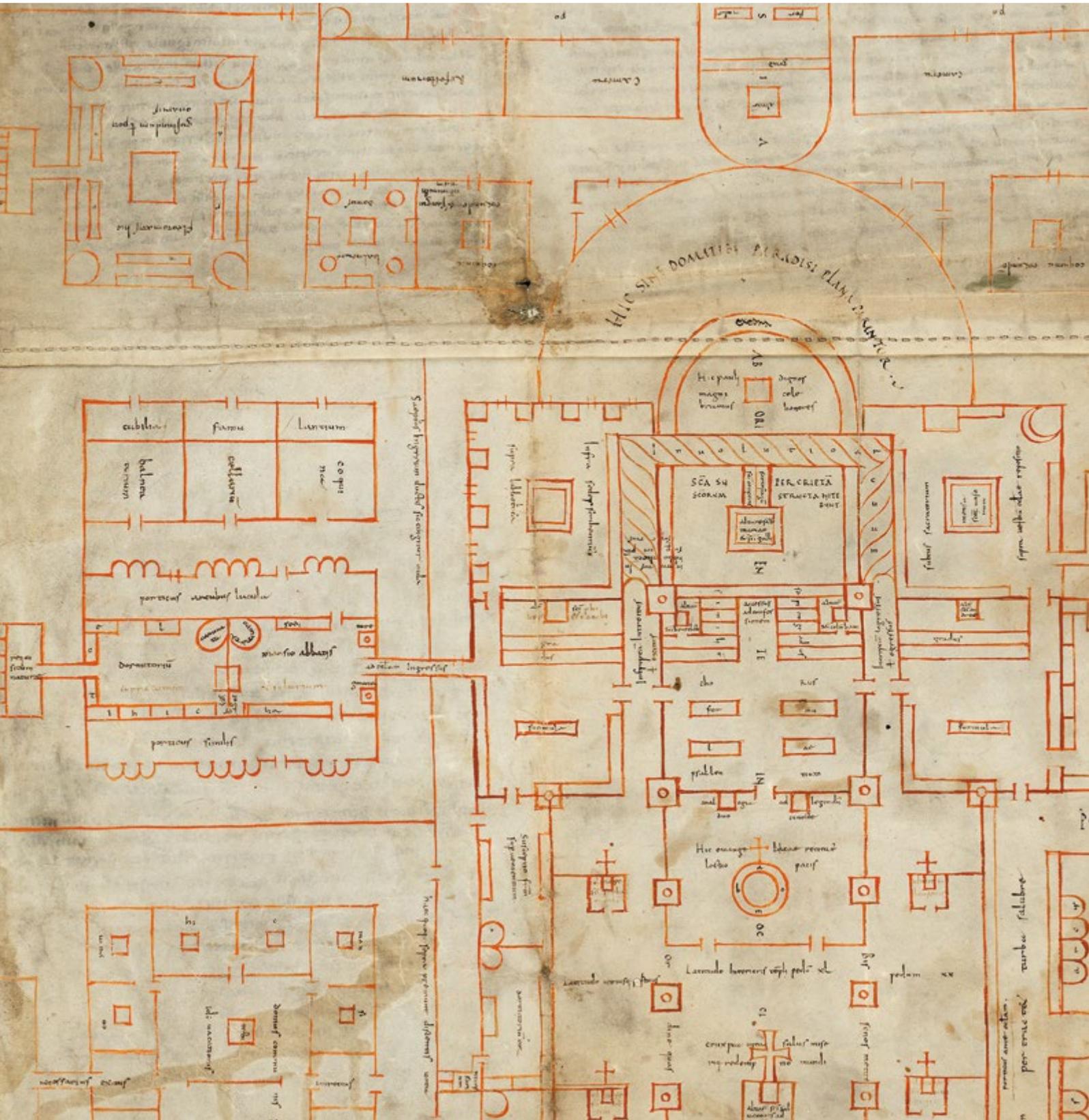
Die dritte Herausforderung für die Betriebe stellen ausserdem schrumpfende Zahlen an Lehrstellenbewerbern dar. Sie führen zu vermehrten Schwierigkeiten bei der Rekrutierung von geeigneten Auszubildenden und zu einer zunehmenden Zahl an unbesetzten Lehrstellen. Die schrumpfenden Bewerberzahlen gehen auf demographische Entwicklungen beziehungsweise auf eine schrumpfende Zahl an Jugendlichen aufgrund geburtenschwacher Jahrgänge zurück. Weil die Gymnasien im statistischen Durchschnitt ihre Schulplätze trotz immer weiter schrumpfender Kohorten nicht reduziert, sondern sogar ausgebaut haben, muss die Berufsbildung die Last der schrumpfenden Schülerzahlen allein verkraften, was kontraproduktive Folgen für das Bildungs- und Innovationssystem der Schweiz nach sich zieht.

Auf der **Ebene Individuum** gibt es eine für die Innovationsfähigkeit der Berufsbildung wesentliche Herausforderung, nämlich die Sicherung der Attraktivität der Berufsbildung bei hochqualifi-

²¹ Siehe etwa Google: <https://www.yousty.ch/de-CH/lehrstellen/profile/9648889-informatiker-in-efz-applikationsentwicklung-zurich-zh-google-switzerland-gmbh>.

zierten Jugendlichen, insbesondere in Zeiten geburtenschwacher Jahrgänge. Die berufliche Bildung bietet bezüglich Arbeitslosigkeitsrisiko, Einkommen, Karriereoptionen und Aufstiegsmöglichkeiten durchaus attraktive Karrieremöglichkeiten. Die akademische Bildung genießt jedoch oft einen höheren sozialen Status als die berufliche Grundbildung und die höhere Berufsbildung. Dies gilt insbesondere bei Personen, die keine Erfahrung mit dualen Berufsbildungssystemen mitbringen, was oft (aber nicht nur) auf Nicht-Schweizer zutrifft (Abrassart et al., 2017; Cattaneo & Wolter, 2016). Bolli et al. (2018b) zeigen, dass der soziale Status der Berufsbildung zurzeit in der Schweiz noch als hoch eingeschätzt werden kann. Dies gilt es zu erhalten, denn ein negativer sozialer Status wirkt sich längerfristig negativ auf die Attraktivität der Berufsbildung insgesamt und insbesondere bei hochtalentierten Jugendlichen und deren Entscheidung für eine Berufsbildung aus. Dadurch würde der berufliche Teil des heutigen Skill Mix substantiell geschwächt, was wiederum gravierende Effekte auf die Innovationsfähigkeit des Systems haben kann. Eine Herausforderung für die Zukunft ist also der soziale Status unterschiedlicher Berufsbildungsabschlüsse insbesondere dort, wo harte Arbeitsmarktfaktoren zwar durchaus attraktiv sind und auch als solche wahrgenommen werden, aber sich dies nicht in einem entsprechenden sozialen Status niederschlägt. Eine klare Positionierung der Branchen und Verbände sowie deutliche Signale in der betrieblichen Personalpolitik (Entlohnung und Karrierechancen) können hierbei eine wichtige Rolle spielen.

Diesen Herausforderungen muss sich das System der Berufsbildung in der Schweiz stellen. Wo Zusammenhänge noch unklar oder Wirkungsmechanismen offen sind, gilt es die Berufsbildungsforschung kontinuierlich voranzutreiben. Von der Lösung der offenen Probleme und Fragen wird wesentlich die Innovationsfähigkeit der Berufsbildung, des Bildungssystems insgesamt und der Schweizer Wirtschaft abhängen.



Das Programm «Wissenschaftliche Information: Zugang, Verarbeitung und Speicherung» der Rektorenkonferenz der schweizerischen Hochschulen (swissuniversities) bündelt die heute noch verteilten diesbezüglichen Anstrengungen der Hochschulen und koordiniert die Bereitstellung und Verarbeitung wissenschaftlicher Information. Im Rahmen des vom Bund unterstützten Programms wurde auch «e-codices – virtuelle Handschriftenbibliothek der Schweiz» unterstützt. Ziel des an der Universität Freiburg angesiedelten Projekts ist es, alle mittelalterlichen und eine Auswahl neuzeitlicher Handschriften der Schweiz durch eine virtuelle Bibliothek frei zugänglich zu machen. In «e-codices» ist unter anderem der karolingische Klosterplan von St. Gallen erfasst. Es ist die älteste überlieferte Architekturzeichnung des Abendlandes und damit ein Monument der europäischen Kulturgeschichte. Bild: St. Gallen, Stiftsbibliothek, Cod. Sang. 1092: St. Galler Klosterplan

TEIL C: STUDIE 2

Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation



Zusammenfassung

Mit fast zwei Dritteln der an den Hochschulen erfassten Personen kommt den Geistes- und Sozialwissenschaften im schweizerischen Bildungs-, Forschungs- und Innovationssystem eine bedeutende Stellung zu. Ihr Beitrag zu Innovation wird jedoch oft nicht erkannt beziehungsweise nicht richtig wahrgenommen. Die Studie geht deshalb der Frage nach, welchen Beitrag die Geistes- und Sozialwissenschaften sowohl zu den kommerziellen als auch zu den sogenannten sozialen Innovationen leisten. Aus den Erkenntnissen der Studie wird ersichtlich, dass Innovationen das Ergebnis eines disziplinenübergreifenden Beitrags sind. Innovation lässt sich somit nicht bloss unter dem Gesichtspunkt der sogenannten exakten Wissenschaften betrachten. Über ihre spezifischen Funktionen – Entwickeln und Organisieren, Sinn verleihen, einen Rahmen vorgeben und in der Gesellschaft gemeinsam Innovationen einführen – kommt deshalb den Geistes- und Sozialwissenschaften im Schweizer Innovationssystem eine Schlüsselrolle zu.

Der Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften (GSW) zu Innovation ist nicht neu. Er wird aber in jüngerer Zeit durch drei neue Phänomene verstärkt:

- Erstens erfordert die ökonomische Wertschöpfung immer mehr Kompetenzen im Bereich der GSW. Der Konkurrenzdruck im internationalen Handel veranlasst die Unternehmen, zur Erhaltung ihrer Wettbewerbsfähigkeit nicht nur in Forschung und Entwicklung zu investieren, sondern zunehmend auch in das Design, das Branding und den Kundendienst. Diese Aktivitäten stützen sich stark auf die GSW ab. Beispielsweise werden Produkte und Dienstleistungen immer mehr gemeinsam mit den Konsumenten entwickelt. Auch berücksichtigt die Wirtschaft zunehmend Nachhaltigkeits- und Authentizitätsfragen. Vorgehensweisen, die die Unternehmen dazu zwingen, von den Werten und den Erwartungen der Konsumenten auszugehen, erfordern in erster Linie Kompetenzen im Bereich der GSW.
- Zweitens kommt den GSW aufgrund der zunehmenden Verbreitung von digitalen Technologien eine immer wichtigere Rolle bei der Innovation zu: Die Vernetzung und die erleichterte gemeinsame Nutzung von Informationen vereinfacht organisatorische Abläufe und beschleunigt den Wissensaustausch. Dies fördert beispielsweise die Entstehung neuer Formen von Marketing und Geschäftsmodellen.
- Drittens verlangen die Herausforderungen, mit denen unsere Gesellschaft konfrontiert ist, nach Lösungen, die über jene hinausgehen, die der Markt und die technologische Entwicklung traditionell bieten können. So wird beispielsweise die Energiewende die Entwicklung von Technologien erfordern, mit denen sich genügend erneuerbare Energie erzeugen lässt. Gleichzeitig müssen aber auch die Gewohnheiten beim Energiekonsum verändert werden. Dies setzt eine Veränderung der Praxis oder gar von soziokulturellen Normen voraus.

Bei der Globalisierung der 1980er- und 1990er-Jahre standen die Produkte im Zentrum. Die derzeit laufende Globalisierung nimmt aufgrund der Digitalisierung ganz andere Formen an: Das Internet und die Medien können direkte Beziehungen zwischen den Menschen entsprechend deren Affinitäten und Kompetenzen herstellen. Die Digitalisierung ermöglicht weltweit den Zugriff auf Informationen zu beliebigen Themen oder Orten sowie Transaktionen über grosse Entfernungen.

Heute ist eine Vielzahl von Akteuren an der Innovation beteiligt: Produzenten, Konsumenten, Dienstleistungsanbieter, Nutzer, Experten, Influencer, Journalisten, Kenner, Profis, Amateure und andere mehr. Zudem erfolgt Innovation auch in der Gesellschaft. Möglich wird dies durch Erlebniswirtschaft, Sharing Economy und Plattformökonomie. Dabei setzt sich anstelle der traditionellen Orte für den wirtschaftlichen Austausch und die Produktion das Bild einer digitalen Szene durch.

Selbstverständlich benötigt die Wirtschaft, wenn sie wettbewerbsfähig bleiben will, eine ständige industrielle und technologische Erneuerung. Doch nur wenn diese neuen Technologien Sinn machen, werden sie akzeptiert und können umgesetzt werden. Den Geistes- und Sozialwissenschaften kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu.

Die Geistes- und Sozialwissenschaften spielen demnach im Schweizer Innovationssystem eine Schlüsselrolle. Zum einen tragen sie zur Herausbildung von Innovationen bei, die auf die Bedürfnisse der Unternehmen, der Behörden und der Bevölkerung zugeschnitten sind. Zum anderen beteiligen sie sich durch die Ermöglichung von Begegnungen, Rahmenbedingungen und Veranstaltungen auf verschiedenen Ebenen (lokal, national und international) an der Entwicklung und Verbreitung von Innovationen. Zu beachten ist weiter, dass Unternehmensgründungen auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften stattfinden, dies nicht weniger häufig als in den Naturwissenschaften oder Ingenieurfächern.

Die Studie legt nahe, dass der Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation besser verstanden und vermehrt in die Politik und die Innovationssysteme einbezogen werden müsste, um die rasche Entwicklung der Wirtschaftstätigkeit und der sozialen Aktivitäten zu begleiten. Zudem müsste genauer erfasst werden, wie die Schweiz Innovationen hervorbringt, die für sie spezifisch sind und ihr ermöglichen, weiterhin ihren Platz auf der internationalen Bühne einzunehmen und zugleich die grossen gesellschaftlichen Herausforderungen wie Klimawandel oder digitale Transformation zu bewältigen.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Dr. Gaël Brulé, Prof. Olivier Crevoisier, Dr. Hugues Jeannerat und Prof. Christian Suter (Universität Neuchâtel) verfasst wurde. Kapitel 2.6 wurde von Prof. Franz Barjak, Richard Blaese, Dr. Johan Lindeque, Dr. Elisabeth Maidl und Prof. Pietro Morandi (FHNW) erstellt. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBFI veröffentlicht (www.sbf.admin.ch).

Inhalt Studie 2

2.1	Einleitung	175
2.2	Definitionen	175
2.2.1	Geistes- und Sozialwissenschaften	
2.2.2	Innovation allgemein sowie kommerzielle und soziale Innovation	
2.3	Beiträge der Geistes- und Sozialwissenschaften zur kommerziellen Innovation.	176
2.3.1	Eine kommerzielle Innovation begleiten	
2.3.2	Einer kommerziellen Innovation einen neuen Wert und Sinn verleihen	
2.4	Beiträge der Geistes- und Sozialwissenschaften zur sozialen Innovation.	178
2.4.1	Typologie und Beispiele der sozialen Innovation	
2.4.2	Soziale Innovationen und die GSW	
2.5	Zwischen kommerzieller und sozialer Innovation: kreative kulturelle Tätigkeiten	180
2.6	Veranschaulichung des Beitrags der GSW zur Innovation	181
2.6.1	Finanzierung der Forschung und Entwicklung sowie Verwendung der Erkenntnisse	
2.6.2	Unternehmensgründungen der Fachhochschulmitarbeitenden	
2.6.3	Fallbeispiele zur Illustration erfolgreicher Innovationsprojekte mit Beteiligung von Geistes- und Sozialwissenschaftlern	
2.6.4	Fazit	
2.7	Die grossen Herausforderungen und die Innovation in der Schweiz	190
2.7.1	Die GSW und die gesellschaftlichen Herausforderungen	
2.7.2	Die grossen Herausforderungen und die GSW: das Beispiel der Energiewende in der Schweiz und auf internationaler Ebene	
2.7.3	Die GSW und die «Schweizer Innovation»	
2.8	Zusammenfassung: die Funktionen der GSW im Innovationssystem.	193
2.8.1	Entwickeln und organisieren	
2.8.2	Der Innovation einen Rahmen vorgeben und Impulse verleihen	
2.8.3	Sinn verleihen	
2.8.4	Kommunizieren und debattieren im Hinblick auf Co-Innovation in der Gesellschaft	
2.9	Schlussfolgerungen	196

2 Beitrag der Geistes- und Sozialwissenschaften zu Innovation

2.1 Einleitung

Mit fast zwei Dritteln der an den Hochschulen erfassten Personen (BFS, 2016) kommt den Geistes- und Sozialwissenschaften (GSW) im schweizerischen Bildungs-, Forschungs- und Innovationssystem eine bedeutende Stellung zu. Ihr Beitrag zur Innovation wird jedoch oft nicht erkannt-beziehungsweise nicht richtig wahrgenommen. Deshalb soll die vorliegende Studie aufzeigen, welchen Beitrag die GSW sowohl zu den kommerziellen als auch zu den sogenannten sozialen Innovationen leisten. Das Thema ist noch nicht vertieft untersucht worden. Deshalb kann die Studie diesen Beitrag lediglich skizzieren und Denkanstösse für weiterführende Untersuchungen liefern.

Bei der Untersuchung des Beitrags der GSW zu Innovation wird auf deren Rolle im gesamten Innovationsprozess eingegangen. Der Beitrag der GSW zu Innovation ist nicht neu. Er wird aber durch drei neue Phänomene verstärkt:

- Erstens erfordert die ökonomische Wertschöpfung immer mehr Kompetenzen im Bereich der GSW. Der Konkurrenzdruck im internationalen Handel veranlasst die Unternehmen, zur Erhaltung ihrer Wettbewerbsfähigkeit nicht nur in Forschung und Entwicklung (F&E) zu investieren, sondern zunehmend auch in das Design, das Branding und den Kundendienst. Die Wertschöpfung verschiebt sich somit von der Fertigung zur Art und Weise, wie Produkte konzipiert, gestaltet, vermarktet, vertrieben und konsumiert werden (WIPO, 2017). Diese Aktivitäten stützen sich stark auf die GSW. Beispielsweise werden Produkte und Dienstleistungen immer mehr gemeinsam mit den Konsumenten entwickelt. Auch berücksichtigt die Wirtschaft zunehmend Nachhaltigkeits- und Authentizitätsfragen. Diese Vorgehensweisen, die die Unternehmen dazu zwingen, von den Werten und den Erwartungen der Konsumenten auszugehen, erfordern in erster Linie Kompetenzen im Bereich der GSW.
- Zweitens kommt den GSW aufgrund der zunehmenden Verbreitung von digitalen Technologien eine immer wichtigere Rolle bei der Innovation zu: Die Vernetzung und die erleichterte gemeinsame Nutzung von Informationen vereinfachen organisatorische Abläufe und beschleunigen den Wissensaustausch. Dies fördert beispielsweise die Entstehung von neuen Formen von Marketing und Geschäftsmodellen.
- Drittens verlangen die grossen Herausforderungen, mit denen unsere Gesellschaft konfrontiert ist, nach Lösungen, die über jene hinausgehen, die der Markt und die technologische Entwicklung traditionell bieten. So wird beispielsweise die Energiewende die Entwicklung von Technologien erfordern, mit denen sich genügend erneuerbare Energie erzeugen lässt. Gleichzeitig müssen aber auch die Gewohnheiten beim Energiekonsum verändert werden. Dies setzt eine Veränderung der Praxis oder gar von soziokulturellen Normen voraus.

Kurz gesagt: Heute haben selbst «rein» technologische Innovationen den GSW viel zu verdanken. Diese Innovationen sind das

Ergebnis eines disziplinenübergreifenden Beitrags. Innovation lässt sich somit nicht mehr bloss unter dem Gesichtspunkt der sogenannten exakten Wissenschaften betrachten.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2.2 definiert die GSW und die kommerzielle sowie die soziale Innovation. Die Kapitel 2.3 und 2.4 erläutern, wie die GSW zu diesen beiden Innovationstypen beitragen. Kapitel 2.5 legt die Bedeutung der kulturellen und kreativen Tätigkeiten dar. Kapitel 2.6 veranschaulicht den Beitrag der GSW zu Innovation anhand der Ergebnisse einer Umfrage bei den Fachhochschulen. Kapitel 2.7 zeigt die Bedeutung der GSW bei der Bewältigung der grossen Herausforderungen der heutigen Gesellschaft. Zudem wird die Wichtigkeit der GSW anhand der Besonderheiten des Schweizer Innovationssystems aufgezeigt. Kapitel 2.8 fasst die verschiedenen Beiträge der GSW im Innovationsprozess zusammen. Schliesslich präsentiert Kapitel 2.9 die Schlussfolgerungen.

2.2 Definitionen

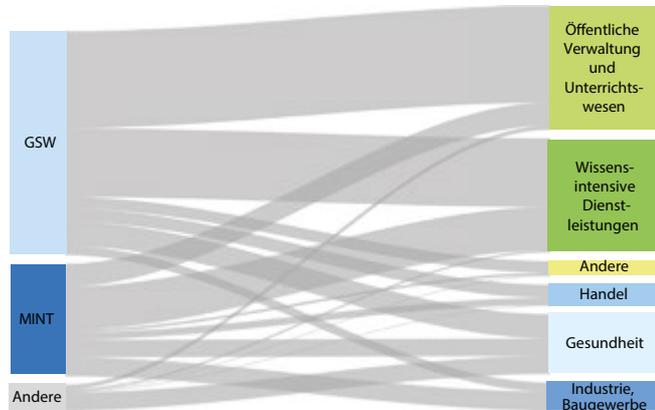
2.2.1 Geistes- und Sozialwissenschaften

Gemäss Bundesamt für Statistik (BFS) umfassen die Geistes- und Sozialwissenschaften die Theologie, die Sprach- und Literaturwissenschaften, die Geschichts- und Kulturwissenschaften, die Sozialwissenschaften (Soziologie, Psychologie, Ökonomie, Politikologie, Recht usw.) sowie die fächerübergreifenden Geistes- und Sozialwissenschaften. Im vorliegenden Text wird der Begriff «Geistes- und Sozialwissenschaften (GSW)» in einem weiteren Sinn verwendet: Er umfasst auch die verschiedenen Studienbereiche der Kunst.

Die GSW erfassen und analysieren gesellschaftliche Probleme und schlagen Lösungen vor. Mit der Bereitstellung von künstlerischen, philosophischen, kulturellen, sozialen und sonstigen Erkenntnissen tragen die GSW zum gesellschaftlichen Wandel bei. Mit geistes-, sozial- und managementwissenschaftlichen Methoden erfassen sie, wie sich diese Veränderungen organisieren und begleiten lassen. Mit der Hilfe der Kommunikationswissenschaften stellen sie diese Veränderungen zur Diskussion, und mit dem Recht, den Politikwissenschaften, der Volkswirtschaftslehre usw. regulieren und institutionalisieren sie diese.

Die GSW-Absolventen machen fast zwei Drittel der Personen an den Hochschulen aus und besetzen Stellen in allen Tätigkeitsbereichen. Zudem kommt ihnen in den verschiedenen Sektoren der öffentlichen Verwaltung, des Unterrichtswesens und der wissensintensiven Dienstleistungen eine entscheidende Rolle zu (Abbildung C 2.1). Zu den Letzteren gehören die Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, die Finanzdienstleistungen, die wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen sowie die Dienstleistungen, die sich an Selbstständige richten.

Abbildung C 2.1: GSW- und MINT-Absolventen auf dem Arbeitsmarkt



Hochschulabsolventenbefragung 2016, Stelle 1 Jahr nach Studienabschluss besetzt.
 GSW: Geistes- und Sozialwissenschaften
 MINT: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
 Quelle: BFS (2016)

2.2.2 Innovation allgemein sowie kommerzielle und soziale Innovation

Innovation allgemein

Das Oslo-Manual (OECD & Eurostat, 2018) definiert Innovation wie folgt:

«Eine Innovation ist ein neues oder verbessertes Produkt oder ein neues oder verbessertes Verfahren (oder eine Kombination von beiden), das sich merklich von den bisherigen Produkten oder Verfahren der Einheit unterscheidet und potenziellen Nutzern bereitgestellt wurde (Produkt) oder von der Einheit eingesetzt wird (Verfahren).»¹

Kommerzielle Innovation

Kommerzielle Innovation – im weiteren Sinne – entsteht, wenn ein Unternehmen Inputs (Arbeit, Wissen, Energie usw.) in neue Produkte oder Dienstleistungen umwandelt. Im Unterschied zum allgemeinen Innovationsbegriff bezieht sich die kommerzielle Innovation ausschliesslich auf Tätigkeiten von Unternehmen.

Soziale Innovation

Das Oslo Manual führt aus, dass Innovation «nicht bloss eine neue Idee oder eine Erfindung» ist, sondern dass sie in der Gesellschaft «aufgenommen» werden muss. Diese Aufnahme von Neuerungen geht nicht nur von den Unternehmen aus, sondern betrifft die gesamte Gesellschaft (OECD & Eurostat, 2018). Somit anerkennt das Oslo-Manual eine Erweiterung des Innovationsbegriffs im Hinblick auf den sozialen Wandel, ohne dass der Begriff der sozialen Innovation definiert wird.²

¹ Originaltext: «An innovation is a new or improved product or process (or combination thereof) that differs significantly from the unit's previous products or processes and that has been made available to potential users (product) or brought into use by the unit (process).» (OECD & Eurostat, 2018)

² Siehe auch Einleitung zum gesamten F&I-Bericht.

Zu sozialer Innovation bestehen verschiedene Definitionen. Am gebräuchlichsten ist jene von Murray et al. (2010), die von der Europäischen Union übernommen wurde:

«Soziale Innovationen sind neue Lösungen (Produkte, Dienstleistungen, Modelle, Märkte, Verfahren etc.), die gleichzeitig ein soziales Bedürfnis abdecken (besser als bestehende Lösungen), zu verbesserten Fähigkeiten und Beziehungen sowie zu einer besseren Nutzung von Gütern und Ressourcen führen.»³

Mit dem Begriff der sozialen Innovation lassen sich somit jene Innovationstätigkeiten beschreiben, die ausserhalb von Unternehmen oder Forschungslabors durchgeführt werden und bedeutende Auswirkungen auf die Entwicklung der Wirtschaft wie auch der Gesellschaft haben. Die soziale Innovation muss also anhand anderer Kriterien erfasst werden, als sie normalerweise für die kommerzielle Innovation verwendet werden. In einigen Fällen können die traditionellen Mess-instrumente (wie Marktanteil oder Gewinn) herangezogen werden.

2.3 Beiträge der Geistes- und Sozialwissenschaften zur kommerziellen Innovation

Erfindungen gehen meist aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften hervor. Doch solange sie nicht auf den Markt gebracht oder in der Gesellschaft aufgenommen werden, stellen sie noch keine Innovationen dar. Es sind in der Regel die Geistes- und Sozialwissenschaften, dank denen sich Erfindungen in Innovationen umwandeln lassen. Dies gilt selbst in den traditionellen Industriezweigen. Somit kommt den GSW bei den kommerziellen Innovationen eine Doppelrolle zu:

- Sie organisieren die Innovationsprozesse in jedem Unternehmen, verwalten die Immaterialgüterrechte, ermöglichen es, Innovationen bekannt zu machen, vermarkten die neuen Produkte usw. Vorgelagert erfassen sie die in der Gesellschaft wahrnehmbaren Signale, um die Weichen für das Innovationsstreben der F&E zu stellen. Diese verschiedenen Tätigkeiten, die eine kommerzielle Innovation begleiten, haben ihren Ursprung direkt oder indirekt in den GSW.
- Sie können bestehenden Produkten oder einer kommerziellen Innovation einen neuen Sinn und einen neuen Wert verleihen. Dies lässt sich am Beispiel der mechanischen Uhren aufzeigen: Dank dem kulturellen Wert, der ihnen zugeschrieben wird, haben sie in den letzten Jahrzehnten erneut kommerziellen Erfolg erlangt. Sie sind mehr als einfache Objekte, welche die Zeit anzeigen: Sie sind mit einer starken Sinnwelt verbunden, die von Schweizer Kunst und Design geprägt ist. Dieser kulturelle Wert geht weit über den eigentlichen Wert des Produkts hinaus.

³ Originaltext: «Social innovations are new solutions (products, services, models, markets, processes etc.) that simultaneously meet a social need (more effectively than existing solutions) and lead to new or improved capabilities and relationships and better use of assets and resources.» (The Young Foundation, 2012)

2.3.1 Eine kommerzielle Innovation begleiten

Im Oslo-Manual 2018 (OECD & Eurostat, 2018) sind acht Tätigkeitstypen definiert, die für die Entwicklung einer kommerziellen Innovation typisch sind:

- 1) Tätigkeiten im Bereich F&E;
- 2) Ingenieurwesen, Design und andere kreative Tätigkeiten: Darin enthalten ist eine Reihe von Tätigkeiten, mit denen die Form oder das Erscheinungsbild einer Ware, einer Dienstleistung oder eines Prozesses verändert werden kann. Diese für die GSW typischen Tätigkeiten, beispielsweise Befragungen von potenziellen Kunden, die ethnographische Forschung oder die Ko-Kreation, gehören ebenfalls dazu;
- 3) Marketing und Branding, einschliesslich Forschung, Markttests, Preisfestlegung, Verkaufsförderung für die Produkte und auf den Firmennamen bezogene Werbung. Diese Tätigkeiten schliessen auch die Öffentlichkeitsarbeit und den Schutz der Reputation des Unternehmens ein;
- 4) Tätigkeiten zum Schutz des geistigen Eigentums;
- 5) Schulung des Personals;
- 6) Software-Entwicklung und datenbankbezogene Tätigkeiten;
- 7) Kauf oder Leasing von Sachanlagen;
- 8) Tätigkeiten im Innovationsmanagement: Planung, Steuerung und Überwachung der unternehmensinternen und -externen Ressourcen. Dies erfordert Fähigkeiten zur Antizipation, Organisation, Entscheidungsfindung und zur Beaufsichtigung des Innovationsprozesses. Die kognitiven Fähigkeiten und die Nutzung des Sozial- und Humankapitals innerhalb eines Unternehmens und in dessen Umfeld sind für den Erfolg des Managements unabdingbar.

Die Liste zeigt, dass die meisten dieser Tätigkeiten, die für die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen notwendig sind, mit Grundsätzen und wissenschaftlichen Methoden zusammenhängen, die für die GSW typisch sind. Die direkten Beiträge der GSW zur kommerziellen Innovation erleichtern nicht nur die Innovation (z.B. durch das Management), sondern spielen auch eine bedeutende Rolle bei deren Verwertung auf dem Markt.

2.3.2 Einer kommerziellen Innovation einen neuen Wert und Sinn verleihen

In vielen traditionellen Industriezweigen beruht ein Teil des Mehrwerts auf der eigentlichen Funktionalität der Produkte und Dienstleistungen, aber auch auf der Sinnwelt und dem Erlebnis, das diese den Konsumenten vermitteln. Dank dieser zusätzlichen Dimension schreiben die Konsumenten dem Produkt einen sozialen und kulturellen Wert zu und erinnern sich somit besser daran. Dabei kommt der Medien- und Kommunikationsarbeit eine wichtige Rolle zu.

Die Digitalisierung und die damit verbundene Vervielfachung der Kommunikationskanäle, über die potenzielle Kunden direkt kontaktiert werden, erhöhen die Bedeutung der Aktivitäten im Bereich Verkaufsförderung und Verkauf innovativer Waren und Dienstleistungen.

Typisch für die kulturelle Wertschöpfung im Zusammenhang mit einem traditionellen Produkt ist die «Swiss Made»-Uhrenindustrie (siehe unten). Die Qualität und die technologischen Innovationen sind zwar wichtige Argumente, doch auf Authentizität ausgerichtete Botschaften haben – neben dem Design und der Kommunikation – stark zum derzeitigen Erfolg der Branche beigetragen. Dasselbe gilt für zahlreiche Lebensmittel mit einem Label (siehe unten). Das Produkt Nespresso etwa basiert auf einer relativ alten Technologie. Es dauerte einige Zeit, bis es seine kulturelle Positionierung und sein Geschäftsmodell gefunden hatte. Der Wert der Freitag-Taschen basiert auf dem Design und der städtischen Mode. Zugleich wird das Streben nach Nachhaltigkeit genutzt.

Die Uhrenindustrie zwischen technologischen Innovationen und dem Aufbau von Werten

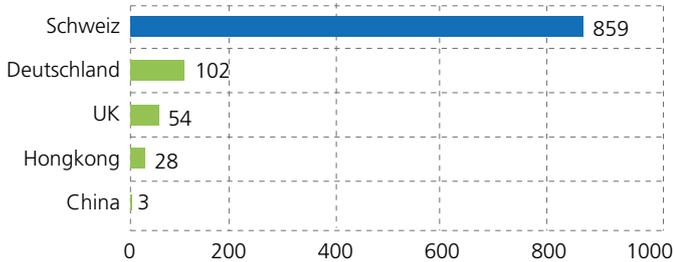
Obwohl die Schweiz im Vergleich mit China oder Hongkong eine beschränkte Zahl von Uhren exportiert, erzielt sie damit bei Weitem den höchste Erlös (Abbildung C 2.2). Dieser Wert, der in den letzten 15 Jahren stark zugenommen hat, beruht zu einem grossen Teil auf der Produktion von mechanischen Uhren, deren Absatz heute fast 80 % der Exporte ausmacht (Abbildung C 2.3).

Die alte Technik hat eine neue Wettbewerbsfähigkeit erlangt. Dies zeigt, dass Innovationen, die ökonomischen Wert schöpfen, zu einem grossen Teil auf sozialen und kulturellen Werten beruhen. Sie verleihen einem Produkt, einer Fertigungstechnik oder einem Know-how einen Sinn und vermitteln ihnen eine Aura von höherer Wertigkeit. Dies wirkt sich finanziell aus.

In der Uhrenindustrie beruhen Innovationen zu einem grossen Teil auf nicht-technologischen Tätigkeiten wie Design, Museumskunde (jedes Unternehmen hat seine eigene Ausstellung), Storytelling (die Unternehmen und Produkte sind Marken, über die Geschichten erzählt werden), Geschichte (die Marketingabteilungen der grossen Unternehmen beschäftigen Historiker), Vertrieb (immer ausgefeiltere Markenläden) und vor allem Kommunikation (weltweit werden Dutzende von Uhrenmagazinen publiziert). Die technologische Innovation bleibt weiterhin wichtig, doch sie dient nun auch dazu, die kulturellen Werte des Produkts zu unterstützen. Denn die beeindruckenden mechanischen Neuerungen stärken den Authentizitätswert der Marken.

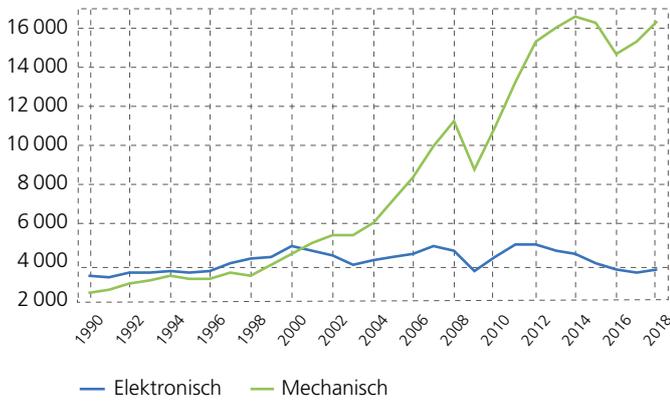
Die Schaffung des Werts von Schweizer Uhren geht über den Rahmen der Unternehmen hinaus, die Uhren und Uhrenbauteile herstellen. Dank einer Kombination mehrerer kultureller Faktoren kann jener Sinn geschaffen, verbreitet und legitimiert werden, der den Werten der «wahren» Uhrmacherei zugeschrieben werden soll. Zu diesem Zweck werden Erlebnisse inszeniert. Dazu zählt beispielsweise der Salon de la Haute Horlogerie in Genf, der von der Fondation de la Haute Horlogerie organisiert wird. Sie erarbeitet zahlreiche historische und für die Medien bestimmte Inhalte. Ein weiteres Beispiel ist der Grand Prix d'Horlogerie de Genève, der vom Kanton Genf, vom internationalen Uhrenmuseum in La Chaux-de-Fonds und vom Medienunternehmen Edipresse Group durchgeführt wird.

Abbildung C 2.2: Durchschnittspreis der exportierten Uhren, in Dollar, 2018



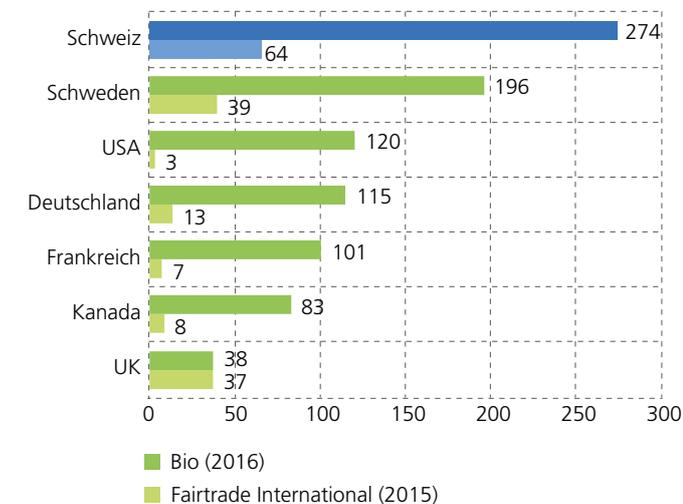
Quelle: Verband der Schweizerischen Uhrenindustrie FH

Abbildung C 2.3: Wert der Uhrenexporte, in CHF, 2018



Quelle: Verband der Schweizerischen Uhrenindustrie FH

Abbildung C 2.4: Internationaler Vergleich der Ausgaben pro Kopf und Jahr für Bio- und Fairtrade-Produkte, in Dollar



Quelle: Berechnungen Jeannerat, Crevoisier, Brulé & Suter basierend auf Daten von: International Trade Center (ITC), International Institute for Sustainable Development (IISD), Research Institute of Organic Agriculture (FiBL)

Die Uhrenindustrie, die auch mit dem Tourismus in Verbindung steht, erzielt einen immer grösseren Teil ihres Umsatzes in den wichtigsten touristischen Destinationen. Die Museen der Uhrenmanufakturen werden von Journalisten, Einzelhändlern und Kunden besucht. So halten sich beispielsweise in einer Stadt wie Hongkong jedes Jahr Millionen von potenziellen Käufern von Schweizer Uhren auf.

Bei allen diesen Tätigkeiten kommt den GSW eine zentrale Rolle zu. Sie entwickeln die notwendigen soziologischen, historischen, managementbezogenen und kreativen Kompetenzen, um die Bezeichnung Swiss Made in den Medien, an Veranstaltungen und in Form von Erlebnissen zu inszenieren.

Die Schweiz ist Spitzenreiterin beim verantwortungsbewussten Konsum

Die Schweiz ist das Land mit den weltweit höchsten Pro-Kopf-Ausgaben für Produkte mit einem Bio- oder Fairtrade-Label (Abbildung C 2.4). Diese Labels sind in der Schweiz ein Handelsbereich, der sich stark im Aufschwung befindet. 2017 betrug der Zuwachs bei den «Fairtrade»-Produkten 11% (www.swissfairtrade.ch) und bei den Bioprodukten 8% (www.bio-suisse.ch). Bei einem Umsatz von etwa 2,7 Milliarden Franken lag der Marktanteil der Bioprodukte bei 9%.

Abgesehen von den wissenschaftlichen Aspekten beruhen diese Labels stark auf der Entwicklung, Verbreitung und Anerkennung eines gemeinsamen Sinns, der Produktions-, Vertriebs- und Konsumweisen wertschätzt, die Verantwortung für die Zukunft des Planeten übernehmen. Der mit den Labels verbundene Wert äussert sich darin, dass die Konsumenten grundsätzlich zusammen gemeinsam mit den Produzenten für Vorgehensweisen eintreten, die umweltfreundlicher und sozial gerechter sind als die «standardmässigen» Handelstätigkeiten.

Über diesen Wert wird in den Medien, in der Familie oder im Freundeskreis diskutiert. In der Gesellschaft entsteht er durch die Inszenierung und das Storytelling zu den Herausforderungen der nachhaltigen Entwicklung, durch den Besuch von Produzenten, durch touristische Rundreisen, durch Konsumerlebnisse (z.B. Biomärkte) und durch Initiativen, die darauf ausgerichtet sind, die Öffentlichkeit für den fairen, verantwortungsbewussten Handel zu sensibilisieren und diesen zu fördern (z.B. Fair Trade Town). Am Aufbau dieses Werts sind die GSW stark beteiligt: Sie organisieren diesen Prozess, geben ihm einen Rahmen und setzen ihn um.

2.4 Beiträge der Geistes- und Sozialwissenschaften zur sozialen Innovation

2.4.1 Typologie und Beispiele der sozialen Innovation

Soziale Innovation liegt dann vor, wenn eine neue Lösung eines sozialen Problems soziale Bedürfnisse abdeckt und zu einer besseren Nutzung der Ressourcen führt. Soziale Innovationen betreffen sowohl die Behörden und die Unternehmen als auch die Gesellschaft (siehe auch Kapitel 2.2.2).

Tabelle C 2.1: Typologie der sozialen Innovationen

Arten von sozialer Innovation	Beispiele
i) Neue Produkte	Unterstützungstechnologien für Menschen mit Behinderung (Sprachausgabegeräte)
ii) Neue Dienstleistungen	Mobile Banking (M-Pesa in Kenia)
iii) Neue Prozesse	Peer-to-peer-Zusammenarbeit und Crowdsourcing
iv) Neue Märkte	Fairer Handel oder Zeitbanken
v) Neue Plattformen	Neue gesetzliche oder behördliche Rahmenbedingungen oder Plattformen für die Pflege
vi) Neue Organisationsformen	Community Interest Companies
vii) Neue Geschäftsmodelle	Soziales Franchising oder die Anwendung von Just in time-Modellen auf soziale Herausforderungen

Quelle: The Young Foundation (2012)

Das Projekt TEPISIE (das innerhalb des 7. europäischen Forschungsrahmenprogramms durchgeführt wurde) schlägt eine Typologie vor, welche die sozialen Innovationen in sieben Kategorien unterteilt (siehe auch Bonnard und Forster, 2017).

Die grundsätzlich nicht-kommerzielle Dimension sowie die öffentlichen oder kollektiven Ziele von sozialen Innovationen setzen andere Abgeltungsmechanismen voraus als jene des traditionellen Handels. Dabei kommt den Behörden und den gemeinnützigen Organisationen eine wesentliche Rolle zu, die ihrerseits mit Innovationen verbunden sein kann. Zum Beispiel zeichnet sich die Entwicklung von «Venture-Philanthropie»-Aktivitäten im Bereich der Stiftungen oder eines «sozialen Wirkungskredits» (Social Impact Bond) im Bereich des staatlichen Handelns durch originelle Finanzierungsmechanismen aus, die soziale Innovation fördern (Kapitel 2.4.2).

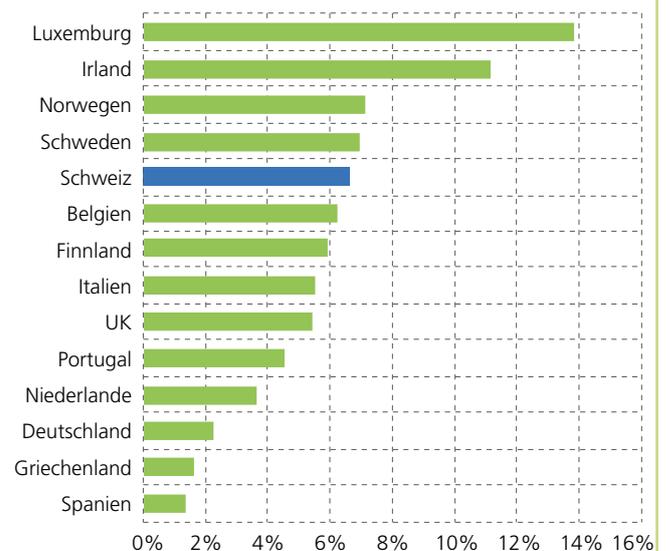
2.4.2 Soziale Innovationen und die GSW

Soziale Innovationen sind Lösungen für soziale Probleme, die oft kollektiv erfasst werden. Auch die Lösungen beziehungsweise die sozialen Innovationen werden oft kollektiv entwickelt und umgesetzt. Dabei ist die Mitwirkung des Gemeinwesens (der Unternehmen, der Bürger, der Behörden, der Nichtregierungsorganisationen usw.) zentral. Hier kommen die GSW ins Spiel: Sie beteiligen sich an der Erklärung, der koordinierten Entwicklung und der Verbreitung dieser Lösungen auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene, zum Beispiel im Rahmen von Experimental-, Pilot- oder Demonstrationsprojekten.

Tätigkeiten im Bereich des sozialen Unternehmertums

Bezüglich des Anteils der erwachsenen Bevölkerung, die im Bereich des sozialen Unternehmertums tätig ist, belegt die Schweiz gemäss dem Global Entrepreneurship Monitor unter insgesamt 14 westeuropäischen Ländern den fünften Rang.

Abbildung C 2.5: Anteil der erwachsenen Bevölkerung (18–64 Jahre) mit Tätigkeiten im Bereich des sozialen Unternehmertums, 2015



Quelle: Global Entrepreneurship Monitor (2015)

An sozialer Innovation sind nicht nur die GSW beteiligt, doch sie können hier eine entscheidende Rolle spielen. Erstens besetzen GSW-Absolventen zahlreiche Stellen, die zentral an sozialer Innovation beteiligt sind, namentlich in den Bereichen Dienstleistungen, Kultur, Bildung, Soziale Arbeit, humanitäre Hilfe und öffentliche Institutionen. Zweitens gehören die gesellschaftlichen Probleme, für die die soziale Innovation Lösungen bereitstellen soll, nachweislich zu den Fachbereichen der GSW, zum Beispiel hinsichtlich Public Governance, sozialer Inklusion, Migration, Nachhaltigkeit oder menschlicher Entwicklung. Drittens ist soziale Innovation das Ergebnis kreativer und kollektiver Prozesse, die die GSW durch ihre Methoden und Untersuchungen in direkter Interaktion mit der Gesellschaft auslösen, erleichtern und verstärken können.

Gewisse soziale Innovationen können kommerziellen Erfolg erlangen, indem sie mit unterschiedlichen Technologien verbunden werden. Typische Beispiele dafür sind die Entwicklung genossenschaftlich organisierter Unternehmen wie die Carsharing-Genossenschaft Mobility oder der Social Impact Bond (siehe unten).

Mobility: eine Genossenschaft, die auf sozialer und technologischer Innovation beruht

Mobility ist 1997 in der Schweiz durch die Fusion von zwei regionalen Carsharing-Genossenschaften entstanden und hat zu einer sozialen Innovation geführt. Der gemeinsame Gebrauch von Fahrzeugen bietet gleichzeitig eine Lösung für die Umweltsorgen und für die Mobilitätsbedürfnisse der Nutzer. Aus diesem von Beginn weg selbstfinanzierten Betriebsmodell ist in der Folge ein neues Geschäftsmodell entstanden, mit dem sich die Kosten der Fahrzeugnutzung verringern lassen. Das innovative Geschäftsmodell, ein Vorläufer der heutigen Sharing Economy, setzt statt auf alleinigen Besitz auf die Kultur des Teilens.

Technologische Innovationen haben anschliessend die weitere Entwicklung gefördert. Heute ersetzen Bordcomputer und mobile Apps die telefonische Reservation und die Schlüsselübergabe mit Hilfe von Boxen, die in der Nähe der Fahrzeuge angebracht waren. Die von Mobility entwickelten Technologien haben dem Unternehmen ermöglicht, seinen Kundenkreis zu erweitern, neue Dienstleistungen zu entwickeln und sein Betriebssystem (MobiSys) in anderen Ländern (Spanien und Österreich) zu verbreiten. Dieses Beispiel ist auch deshalb interessant, weil am Anfang eine soziale Innovation stand, die in der Folge von der Technologie unterstützt wurde, und nicht umgekehrt.

Innovation bei der Finanzierung sozialer Projekte: Social Impact Bond

In Zusammenarbeit mit der Unternehmerinitiative Fokus Bern sowie mit Caritas Bern hat der Kanton Bern im 2015 ein Projekt zur Arbeitsmarktintegration von Flüchtlingen und vorläufig Aufgenommenen über eine in der Schweiz völlig neue Finanzierungsform lanciert: den Social Impact Bond (sozialer Wirkungskredit).

In verschiedenen europäischen Ländern wurden bereits Erfahrungen mit Social Impact Bonds gesammelt: Private Investoren finanzieren das innovative Projekt eines Unternehmens oder einer anderen Organisation vor, um von den Behörden definierte gesellschaftliche Probleme zu lösen. Erreicht Caritas die vom Kanton vorgegebenen Ziele zu 95 % bis 105 % verpflichtet sich dieser, die erbrachten Leistungen zu bezahlen. Werden die Ziele übertroffen, wird ein Bonus ausgerichtet; werden sie nur teilweise erreicht, kann ein Malus zurückbehalten werden.

Im Erfolgsfall entsteht eine Win-Win-Situation für alle beteiligten Partner. Dem Kanton Bern bietet die Beteiligung von Fokus Bern an der Finanzierung des von der Caritas durchgeführten Projekts die Möglichkeit, das Projektrisiko auf private Investoren zu übertragen. Gleichzeitig kann er

den Erfolg des Projekts fördern, indem die Wirtschaftskreise enger einbezogen werden, die von der Arbeitsmarktintegration direkt betroffen sind. Caritas erhält durch diese Finanzierungsart Gelegenheit, das Feld der Geldgeber und Partner ihrer gemeinnützigen Projekte zu erweitern und aufzuzeigen, dass sie in der Lage ist, vorgegebene öffentliche Ziele zu erfüllen. Für die Unternehmergruppe, die hinter der Initiative Fokus Bern steht, liegt die Motivation darin, ein innovatives Finanzierungsvorhaben zu unterstützen. Dieses ermöglicht es einem privaten Investor, sich für die Zukunft des Kantons zu engagieren. Zugleich kann er im Erfolgsfall einen kleinen Gewinn erwirtschaften (maximal 1% Zins pro Jahr) (Kanton Bern, 2015).

2.5 Zwischen kommerzieller und sozialer Innovation: kreative kulturelle Tätigkeiten

Die kulturellen Tätigkeiten, die zur kommerziellen und zugleich zur sozialen Innovation gehören, sind nicht nur an sich interessant. Sie sind auch unentbehrlich für die Erneuerung der traditionellen Waren und Dienstleistungen. Beispielsweise haben sich in einer digitalen Wirtschaft, in der Musik zunehmend frei zugänglich ist, Festivals zu einem Finanzierungsmittel der Musikproduktion entwickelt.

Ein sehr grosser Teil der kulturellen Tätigkeiten beruht auf Kommunikation. Diese erfordert Kompetenzen auf inhaltlicher Ebene sowie die Fähigkeit, Botschaften zu vermitteln, Diskussionen zu führen, Werte einzubringen, Aufmerksamkeit zu wecken, Interesse aufrechtzuerhalten oder auch Erlebnisse zu ermöglichen. Dabei spielen die GSW eine entscheidende Rolle, zumal sie sich auch mit weiteren wichtigen Themen wie etwa rechtlichen Fragen befassen.

Es ist nicht einfach, die wirtschaftliche Bedeutung der kreativen kulturellen Tätigkeiten in der Schweiz abzuschätzen, da sie über die gesamte Wirtschaft und Gesellschaft verteilt sind. Weckerle et al. (2018) gehen davon aus, dass abgesehen von den 242 000 Beschäftigten (5%) in den Kreativbranchen auch fast 236 000 kreative Beschäftigte (weitere 5% der Beschäftigten) in anderen Branchen zu finden sind. Insgesamt umfasst die Kreativwirtschaft über 10% aller Beschäftigten, wovon 7,7% der kreativen Beschäftigten speziell die GSW betreffen (Abbildung C 2.6). Ein Beispiel des Schweizer Beitrags zur Kulturwirtschaft wird in Fallbeispiel 3 (Kapitel 2.6.3) aufgezeigt.

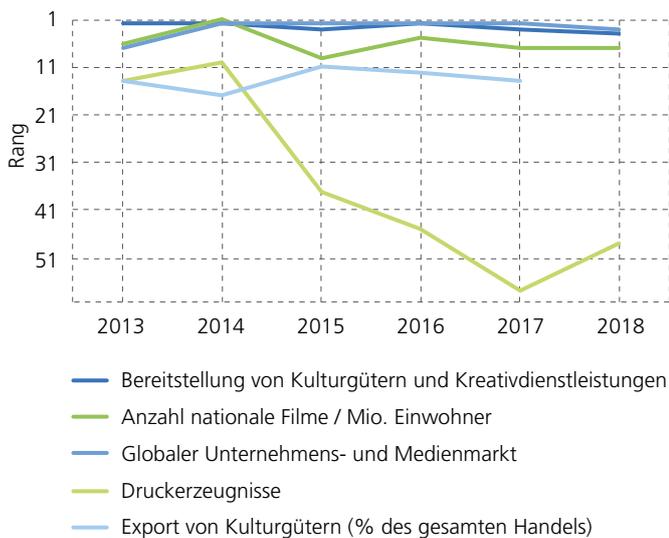
Bezüglich Innovation im kulturellen Bereich belegt die Schweiz auf internationaler Ebene gemäss dem Global Innovation Index (127 Länder) regelmässig einen Spitzenplatz. Mit Ausnahme der Druckerzeugnisse steht sie in der Kategorie «Bereitstellung von Kulturgütern und Kreativdienstleistungen» an zweiter (2013, 2014, 2016) oder dritter Stelle (2015, 2017) (Abbildung C 2.7).

Abbildung C 2.6: Anteil der Beschäftigten in der Kreativbranche und -wirtschaft, gemessen an der Schweizer Gesamtwirtschaft, Durchschnitt 2014–2016



Quelle: Weckerle et al. (2018)

Abbildung C 2.7: Einstufung der Schweiz in der Kulturwirtschaft



Quelle: Cornell University, INSEAD und WIPO (2018)

2.6 Veranschaulichung des Beitrags der GSW zur Innovation

Die Analyse des Beitrags der Geistes- und Sozialwissenschaften zur Innovation in der Schweiz wird durch eine unzureichende Datenbasis erschwert (siehe oben). Ergebnisse einer Umfrage zu den Gründungsintentionen der Fachhochschulmitarbeitenden⁴ (Kapitel 2.6.1 und 2.6.2)⁵ sowie drei Fallbeispiele (Kapitel 2.6.3) tragen zur Schliessung der Datenlücke bei.

2.6.1 Finanzierung der Forschung und Entwicklung sowie Verwendung der Erkenntnisse

Finanzierung der Forschung und Entwicklung

Die Finanzierung der Forschung durch Aufträge privater Unternehmen spielen insbesondere in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachbereichen eine zentrale Rolle (Abbildung C 2.8). In den Geistes- und Sozialwissenschaften wird die Auftragsforschung für private Unternehmen von etwa einem Fünftel bis einem Viertel der befragten Volks- und Betriebswirtschaftler, Architekten und anderen Geistes- und Sozialwissenschaftlern als Finanzierungsquelle angegeben. In Musik, Kunst und Design sind private Unternehmen als Geldgeber für die F&E nahezu inexistent. Das bedeutet aber nicht, dass die FH-Mitarbeitenden in diesen Gebieten nicht trotzdem mit Unternehmen zusammenarbeiten und wesentliche Beiträge für Innovationen leisten. Im Fallbeispiel «Entwicklung eines Messgeräts für die zerstörungsfreie Untersuchung von Kunst und Kulturgut mittels aktiver Thermografie» (Fallbeispiel 1) haben Restaurierungs- und Konservierungsexperten gemeinsam mit einem

⁴ Die Kategorie «FH-Mitarbeitende» umfasst vor allem wissenschaftlich tätige Personen (mehr als 85 Prozent) sowie administratives und technisches Personal.

⁵ Die GSW-Absolventen werden zwar in erster Linie von den kantonalen Universitäten ausgebildet, aber auch die Fachhochschulen spielen eine wichtige Rolle.

Erhebung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen»

Die Beschreibung ausgewählter Beiträge der Geisteswissenschaften, Sozialwissenschaften und Kunst (GSK) zur Innovation in der Schweiz beruht auf Daten des vom SNF finanzierten Projekts «Wissenschaftsbasiertes Gründen an Fachhochschulen – eine Genderperspektive» (Hochschule für Angewandte Psychologie, FHNW). Im Rahmen dieses Projekts wurden Anfang 2019 Mitarbeitende der Fachhochschulen und des ETH-Bereichs zu ihren Gründungsintentionen und zum Umfeld an ihrer Hochschule online befragt. Die nachfolgende Analyse stützt sich auf 3253 Antworten von FH-Mitarbeitenden.

Die Zuordnung der Antworten zu Disziplinen und Fachbereichen wurde auf der Basis der Departements- beziehungsweise Hochschulzugehörigkeit der Befragten vorgenommen. Der Datensatz umfasst ausreichende Fallzahlen für sechs Gebiete innerhalb des GSK-Bereichs (Tabelle C 2.2), die untereinander verglichen und den anderen Fachgebieten gegenübergestellt werden können.

Tabelle C 2.2: Antworten auf die Befragung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen» nach Disziplin, 2019

Fachgebiet	Bruttostichprobe	Antworten	Rücklaufquote
Naturwissenschaften	505	113	22%
Ingenieurwissenschaften und Technologie	2368	1065	45%
Gesundheits- und Agrarwissenschaften	512	437	85%
Geistes- und Sozialwissenschaften	5520	1638	30%
davon Volks- und Betriebswirtschaftslehre	1188	423	36%
davon Soziale Arbeit	583	278	48%
davon Kunst und Design	1547	390	25%
davon Architektur	1068	233	22%
davon Musik	245	108	44%
davon andere Geistes- und Sozialwissenschaften (Psychologie und Kognition, Erziehung, Recht, Medien und Kommunikation, Sprachen und Literatur)	889	206	23%
Summe	8905	3253	37%

Für die Zuordnung der Hochschulen zu Fachgebieten siehe Langversion der Studie.

Quelle: Erhebung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen» 2019 (Blaese, Morandi & Liebig)

Schweizer Unternehmen ein neues Messgerät zur Analyse verborgener Schäden an Kunstwerken und Kulturgütern entwickelt.

Aufträge der öffentlichen Hand treten in der Sozialen Arbeit, in anderen Geistes- und Sozialwissenschaften sowie den Gesundheits- und Agrarwissenschaften als eine wichtige Finanzierungsquelle der F&E auf. Eine nur marginale Rolle spielt diese Finanzierungsart der Forschung dagegen im Design, in den bildenden und darstellenden Künsten, einschliesslich der Musik, und in den Naturwissenschaften. Abgesehen von letzteren handelt es sich um Fachbereiche und Disziplinen mit noch sehr junger Forschungstradition an Fachhochschulen.

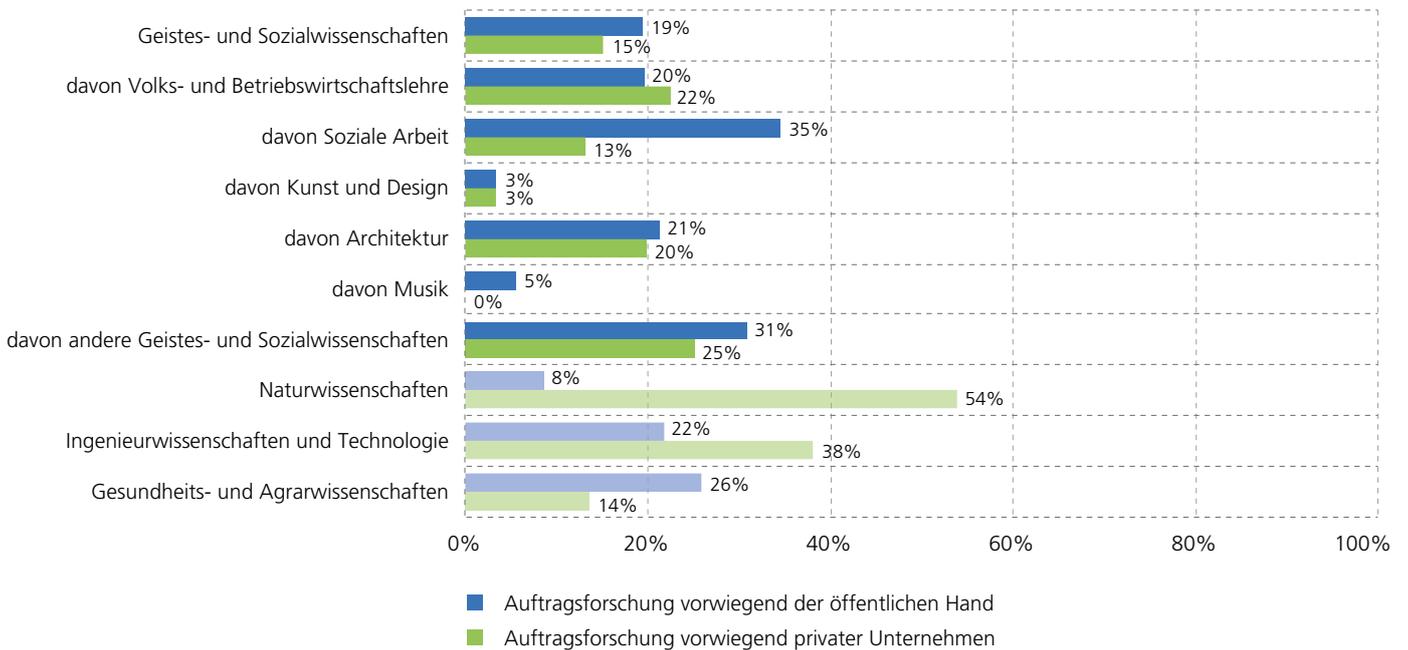
Verwendung der Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung

Forschungsergebnisse werden in allen Fachbereichen und Disziplinen häufig in Projekten für externe Auftraggeber genutzt (Abbildung C 2.9). Meist handelt es sich um private Unternehmen oder Institutionen der öffentlichen Hand. Ein Beispiel der Wirtschafts-

wissenschaften gibt Fallbeispiel 2 «Arbeitskreis Distributed Ledgers: geführte Lernprozesse zu neuen Technologien und den Konsequenzen für bestehende Geschäftsmodelle». Die Schaffung von Diskussionsforen und Plattformen durch Wissenschaftsorganisationen kann das Lernen zu neuen Themen in Unternehmen und anderen Organisationen anregen und damit eine wichtige Basis für Innovationen bilden.

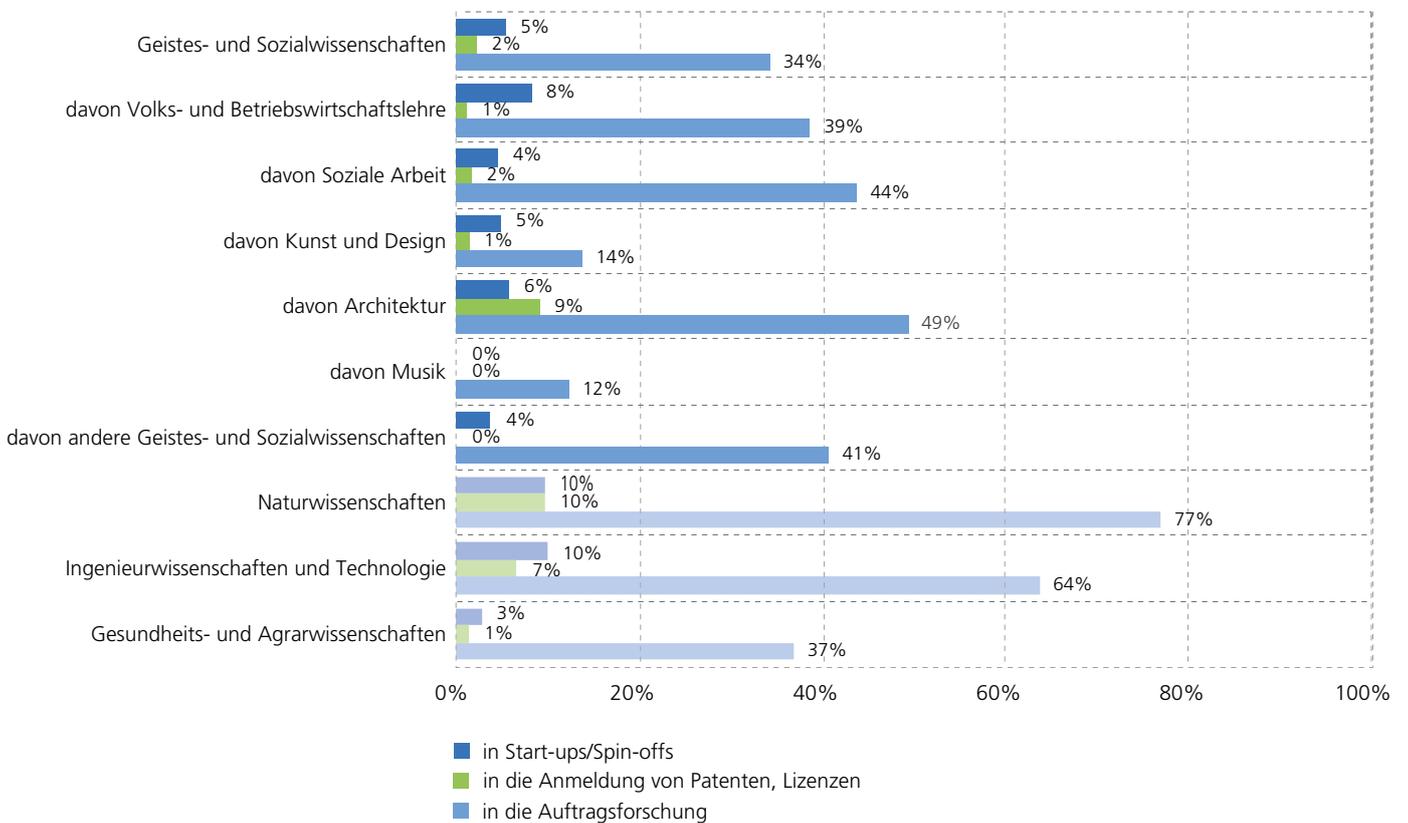
In geringerem Umfang werden Forschungsergebnisse auch für die Anmeldung von Patenten verwendet. Die Patente werden an Dritte lizenziert oder übertragen oder für eigene Start-up- und Spin-off-Projekte eingesetzt. Die beiden letzteren Verwertungswege spielen vor allem in den Natur- und Ingenieurwissenschaften eine Rolle. Dagegen gab bei den Betriebswirtschaftlern nur jeder zwölfte an, dass die F&E-Ergebnisse in Start-ups und Spin-offs Eingang fänden. Gewerbliche Schutzrechte für geistiges Eigentum sind erwartungsgemäss in den Natur- und Ingenieurwissenschaften weitaus gebräuchlicher als in den Geistes- und Sozialwissenschaften oder in den künstlerischen Fachbereichen.

Abbildung C 2.8: Finanzierung der Forschung & Entwicklung durch die öffentliche Hand und private Unternehmen, 2018



Quelle: Erhebung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen» 2019 (Blaese, Morandi & Liebig)

Abbildung C 2.9: Erkenntnisse aus Forschung & Entwicklung fließen in Start-up- und Spin-off-Aktivitäten, Patente, Lizenzen oder in die Auftragsforschung, 2018



Anteil der Antworten 5-8 auf einer Skala von 1 «sehr selten» bis 8 «sehr häufig».

Quelle: Erhebung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen» 2019 (Blaese, Morandi & Liebig)

2.6.2 Unternehmensgründungen der Fachhochschul-mitarbeitenden

Unternehmensgründungen und 2018 noch wirtschaftlich aktive Unternehmen

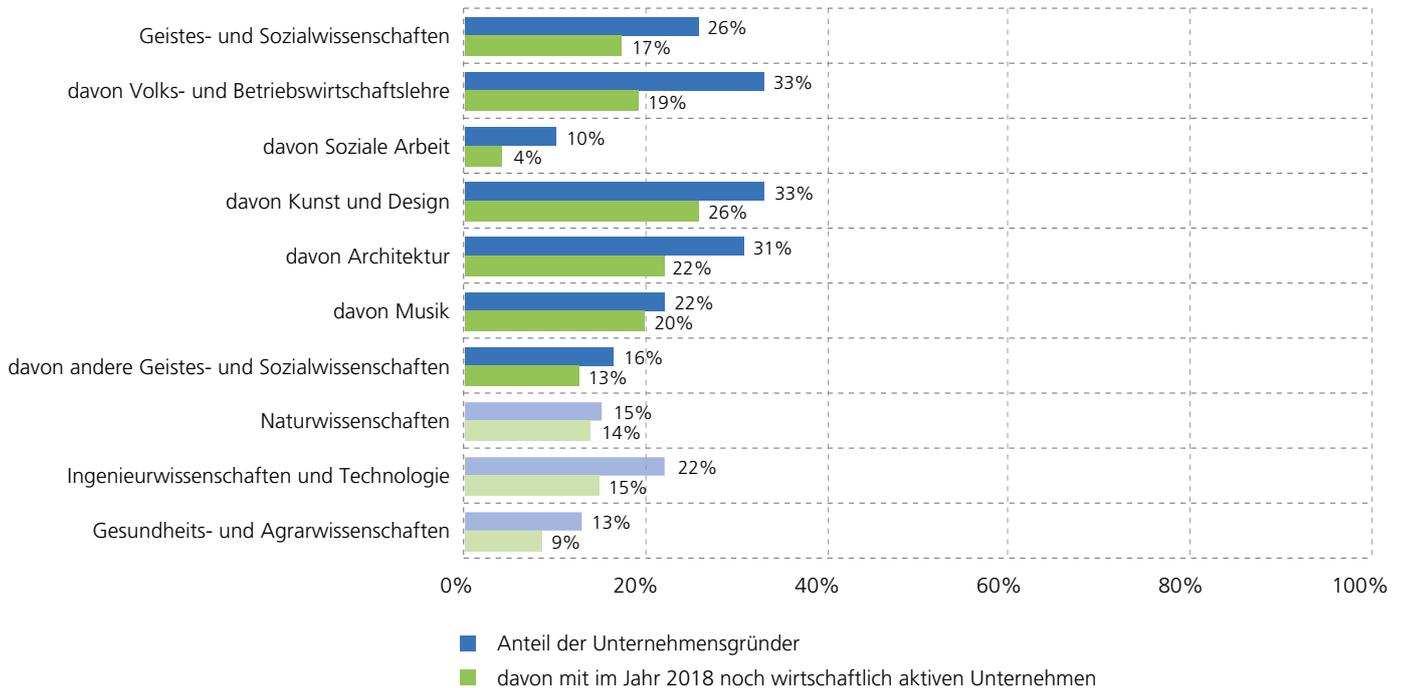
An Fachhochschulen sind Spin-off-Projekte, die auf Forschungsergebnissen basieren, nicht zahlreich (swiTT, 2018; Teil C, Studie 5 «Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschaftsorganisationen»). FH-Mitarbeitende zeigen jedoch in vielen Fachbereichen Interesse, Unternehmen zu gründen (Abbildung C 2.10). In Berufsfeldern wie im Bereich Design oder Architektur, aber auch in medizinischen und landwirtschaftlichen oder in künstlerischen Berufen ist die selbstständige Erwerbsform und damit auch das Gründen von Unternehmen weit verbreitet. Fallbeispiel 3 «struckd: ein Start-up der ZHdK kommerzialisiert eine Plattform zum Design von Computerspielen ohne Programmierkenntnisse» beschreibt ein Beispiel für eine technologieorientierte Gründung durch Studierende einer Kunsthoch-

schule. Auch ein grosser Teil der Volks- und Betriebswirtschaftler hat bereits Gründungserfahrungen gesammelt. Dagegen werden in Berufsfeldern, in denen Anstellungsverhältnisse die dominante Erwerbsform bilden, wie beispielsweise in der Sozialen Arbeit, selten Unternehmen gegründet.

Bezüglich der 2018 noch wirtschaftlich aktiven Unternehmen⁶ fällt auf, dass Unternehmen im Bereich der Sozialen Arbeit wie auch der Volks- und Betriebswirtschaftslehre seltener noch wirtschaftlich aktiv sind als in den anderen Gebieten. Dies könnte durch geringere Überlebenschancen zu erklären sein, aber gerade auch bei Volks- und Betriebswirtschaft ein Ausdruck niedrigerer Gründungsbarrieren und eines grösseren Wissens zur Gründung, was zwar die Gründung erleichtert, aber nicht unbedingt das langfristige Überleben der Unternehmen.

⁶ Der Gründungszeitpunkt der Unternehmen ist unbekannt.

Abbildung C 2.10: Anteil je Disziplin der FH-Mitarbeitenden, die ein eigenes Unternehmen gegründet haben und deren Unternehmen 2018 noch aktiv war



Quelle: Erhebung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen» 2019 (Blaese, Morandi & Liebig)

Felder der Unternehmensgründungen

Die Felder, in denen Unternehmen gegründet werden, sind in jeder Disziplin beziehungsweise jedem Fachbereich vielfältig. Bei den Unternehmensgründungen in den Geistes- und Sozialwissenschaften dominieren erwartungsgemäss Gründungsfelder mit Bezug zu Social und Cultural Entrepreneurship.⁷ Dennoch kommt es auch zu Gründungen mit offenkundigem Technologiebezug. Gesundheit / Medtech, Life Sciences, IKT und Cleantech sind ebenfalls Themenfelder, in denen Sozial- und Geisteswissenschaftler an Gründungen beteiligt waren. Dies illustriert, dass Gründungsprojekte in den Geistes- und Sozialwissenschaften, insbesondere in der Volks- und Betriebswirtschaftslehre, im Design und in den künstlerischen Disziplinen wie der Musik oft interdisziplinär angelegt sind (Abbildung C 2.12). Das Fallbeispiel 3 zu «struckd» zeigt eindrücklich, wie künstlerische, technologische und nicht zuletzt auch betriebswirtschaftliche Kompetenzen sich ergänzen. Die grosse Vielfalt an Gründungsgebieten spiegelt sich bei den Geistes- und Sozialwissenschaften auch in der Grösse der Kategorie «Anderes», die hier jeweils deutlich grösser umfangreicher ausfällt als in den Natur- und Ingenieurwissenschaften (siehe Langversion).

2.6.3 Fallbeispiele zur Illustration erfolgreicher Innovationsprojekte mit Beteiligung von Geistes- und Sozialwissenschaftlern

Durch Anfragen bei der Innosuisse, der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften und Internetrecherchen konnten drei Projektbeispiele identifiziert werden, in denen Wissen aus sozial- und geisteswissenschaftlichen Fachgebieten an Hochschulen zu Innovationen beigetragen hat. Die Projekte wurden auf der Basis von verschiedenen Berichten sowie leitfadengestützten Interviews mit den wichtigsten Beteiligten erfasst und beschrieben.

2.6.4 Fazit

Aus der Auswertung der Erhebungsdaten und den Fallbeispielen lassen sich folgende Erkenntnisse zum Beitrag der GSW zu Innovationen in der Schweiz herauslesen:

- 1) An den Fachhochschulen wird in den GSW mit Ausnahme der Volks- und Betriebswirtschaftslehre nur relativ selten im Auftrag von Unternehmen geforscht. Öffentliche Auftraggeber sind dagegen relativ häufig, insbesondere in der Sozialen Arbeit.
- 2) Seltener als in den Naturwissenschaften und Ingenieurfächern, aber in nennenswertem Umfang werden in den Geistes- und Sozialwissenschaften F&E-Ergebnisse in der Auftragsforschung weiterverwendet, unabhängig davon, wo und wie diese erarbeitet wurden. Dadurch kommt die F&E in hohem Masse

⁷ Interessant ist, dass auch soziale Innovationen in den Disziplinen Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Technologie sowie Medizin, Veterinär- und Agrarwissenschaften eine nicht unerhebliche Rolle zu spielen scheinen. Denn Gründungsfelder wie Social oder auch Cultural Entrepreneurship sind beileibe nicht nur in den Geistes- und Sozialwissenschaften vertreten (siehe Langversion).

Abbildung C 2.11: Felder der Unternehmensgründung in den Geistes- und Sozialwissenschaften, 2018

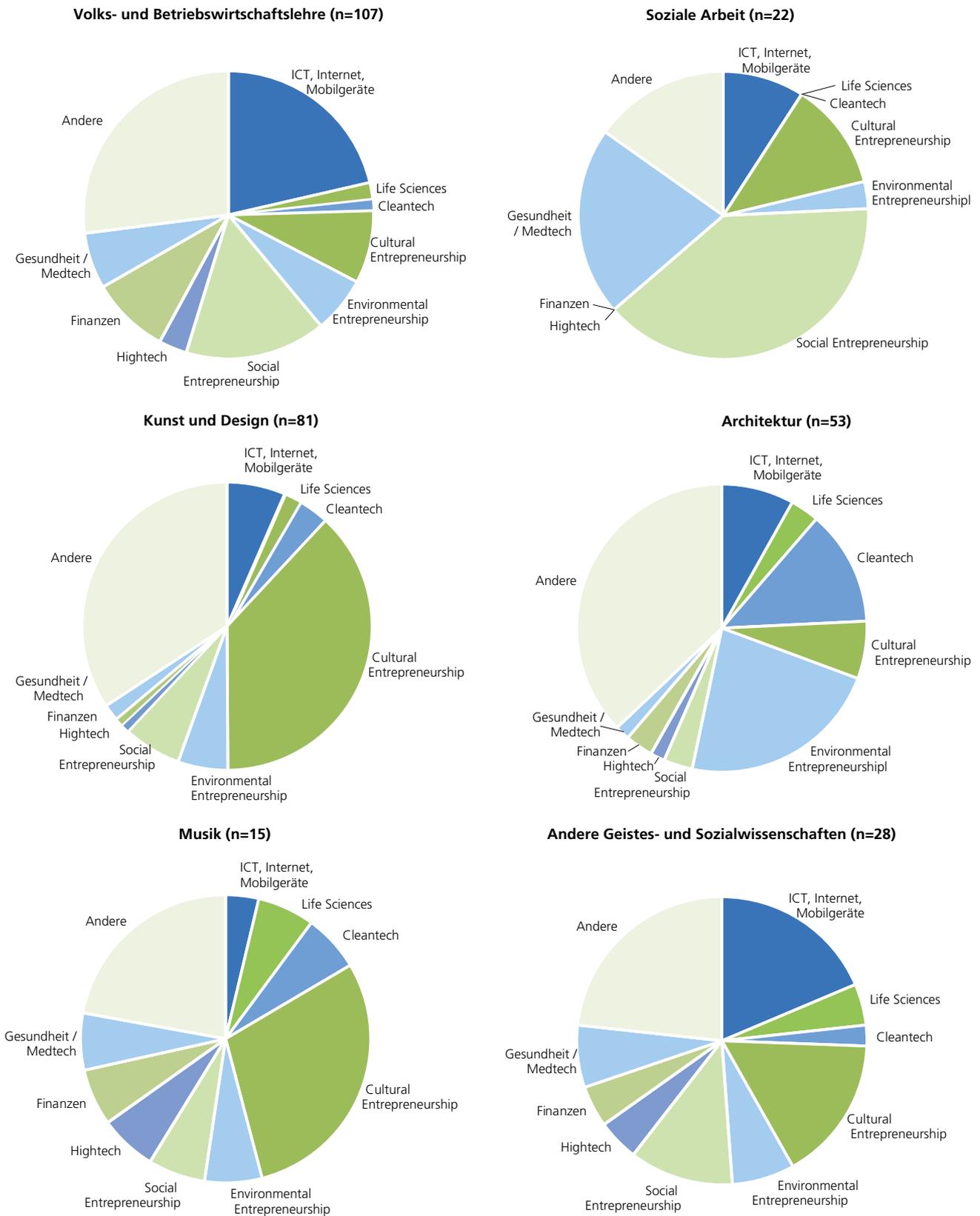


Quelle: Erhebung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen» 2019 (Blaese, Morandi & Liebig)

auch Anspruchsgruppen ausserhalb der Wissenschaft zugute. Dies kann, wie die Fallbeispiele und die Studie 5 «Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschaftsorganisationen» in Teil C in diesem Bericht illustrieren, durch niederschwellige Kooperationsformen eingeleitet und unterstützt werden, zum Beispiel die Durchführung von Abschlussarbeiten für und mit Anwendern aus der Praxis oder die Einrichtung von Arbeitskreisen zu neuen Technologien und Themen oder die Durchführung von Veranstaltungen.

- 3) Unternehmensgründer sind in den Geistes- und Sozialwissenschaften nicht weniger häufig zu finden als in den Naturwissenschaften oder Ingenieurfächern. Die analysierten Zahlen sagen nichts aus über die Grösse der gegründeten Unternehmen und ihre Wachstumsperspektiven. Die Bestandsfähigkeit der Unternehmen ist über alle Disziplinen hinweg in etwa ähnlich.
- 4) Die thematischen Felder oder Branchen der gegründeten Unternehmen sind in den Geistes- und Sozialwissenschaften vielfältig. Dies suggeriert, dass akademische Spin-offs und Start-ups mit Beteiligten aus den Geistes- und Sozialwissenschaften über interdisziplinäre Kompetenzen verfügen. Die damit einhergehende Konzept- und Methodenvielfalt ermöglicht auch in Unternehmenskreisen vielfältige Reaktionen und stärkt somit damit die Unternehmen.

Abbildung C 2.12: Felder der Unternehmensgründung nach Gebieten der Geistes- und Sozialwissenschaften, 2018



Lesehilfe: Die Kreisdiagramme geben an, in welchen Feldern von Geistes- und Sozialwissenschaftlern Unternehmen gegründet wurden. Pro Person konnten mehrere Felder angegeben werden, wenn mehrere Unternehmen gegründet wurden oder ein Unternehmen in mehreren Feldern aktiv war. Von 107 Volks- und Betriebswirten gaben beispielsweise 34 an, dass ihre Unternehmen im Feld «ICT, Internet, Mobilgeräte» gegründet wurden, und 2 im Feld «Cleantech».

Quelle: Erhebung «Wissenschaftsbasierte Gründungen an den Fachhochschulen» 2019 (Blaese, Morandi Liebig)

Fallbeispiel 1: Entwicklung eines Messgeräts für die zerstörungsfreie Untersuchung von Kunst und Kulturgut mittels aktiver Thermografie



Quelle: TH Köln

Für Konservatoren und Restauratoren hat das Erkennen versteckter Schäden und unter der Oberfläche gelegener Strukturen bei Kunstwerken und Kulturgütern wie Gemälden, Skulpturen und anderen Objektgattungen eine grosse Bedeutung. Dazu werden zerstörungsfreie Untersuchungsverfahren benötigt, mit denen zum Beispiel Delaminationen an einer Malschicht, Insektenfrassgänge oder Hohllagen an Putzen lokalisiert und visualisiert werden können, die mit blossen Auge nicht zu erkennen sind.

Forschende des Fachbereichs Konservierung und Restaurierung an der Hochschule der Künste Bern (HKB) haben dafür in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner coatmaster (ehemals Winterthur Instruments AG) und mehreren weiteren Schweizer Hochschulen, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen ein

neues, mobiles und benutzerfreundliches Gerät entwickelt. Der sogenannte Tracer macht Schäden und verborgene Strukturen an sensiblen Kunstwerken und Kulturgütern sichtbar, indem deren Oberfläche leicht erwärmt wird und Unterschiede im dadurch erzeugten Wärmefluss mittels einer Wärmebildkamera und eines speziellen Algorithmus analysiert werden. Die Erfahrung und das Wissen der HKB-Forscher im Bereich der Konservierung und Restaurierung von Kunst- und Kulturgütern waren entscheidend, um geeignete Betriebsparameter für die bestehende Technologie in der neuen Anwendung definieren zu können.

Möglich wurde dieses neue Produkt durch ein interdisziplinäres Innovationsprojekt, das von der Hochschule der Künste Bern, coatmaster und Innosuisse in verschiedenen Phasen und in unterschiedlichem Ausmass finanziell sowie von weiteren Projektpartnern durch Sach- und Eigenleistungen unterstützt wurde.

Neben der finanziellen Unterstützung hat die Formalisierung der Zusammenarbeit der akademischen, wirtschaftlichen und weiteren Partner durch das Innosuisse-Projekt ein Ausmass an Engagement und Sicherheit herbeigeführt, das sonst schwierig zu erreichen gewesen wäre.

Die vollständige Kommerzialisierung der Produktinnovation gestaltet sich jedoch schwierig, da eine Finanzierungslücke zwischen dem Abschluss des Entwicklungsprojekts und den letzten Produktoptimierungen vor der Markteinführung aufgetreten ist. Sie ist nicht zuletzt durch die geringe Gesamtgrösse des Zielmarktes bedingt.

Fallbeispiel 2: Arbeitskreis Distributed Ledgers: geführte Lernprozesse zu neuen Technologien und den Konsequenzen für bestehende Geschäftsmodelle

Der «Arbeitskreis Distributed Ledgers» (AK DL) wurde im Jahr 2018 am Institut für Technologiemanagement (ITEM) der Universität St. Gallen initiiert. Er bietet den Teilnehmenden eine Informations- und Austauschplattform. Distributed Ledger Technologies (DLT) meint Formen digitalen Datenverkehrs, die nicht auf einer zentralen Datenbank basieren, sondern auf verteilten Transaktionssystemen, beispielsweise die der Kryptowährung Bitcoin zugrunde liegenden Blockchain-Technologie. Das grosse wirtschaftliche Potenzial der DLT bringt Unternehmen neue Herausforderungen bezüglich Kompetenzen, Nutzen und Risiken sowie Auswirkungen für die aktuellen Geschäftsmodelle.

In sechs Treffen (siehe Abbildung rechts) klärten die rund 20 Teilnehmenden von Unternehmen und öffentlicher Hand (Tabelle) das technologische Potenzial von DLT für ihr Unternehmen beziehungsweise Tätigkeitsfeld.

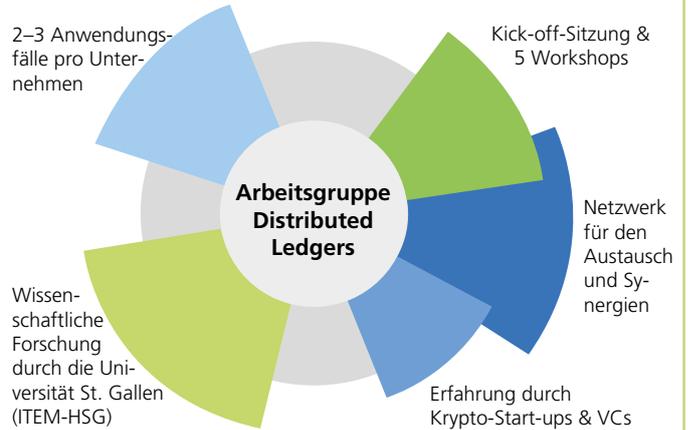
Als einen Erfolgsfaktor für den erfolgreichen Wissenstransfer nannten die Beteiligten die flexible Gestaltung des Arbeitskreises, der sich stark an den Interessen der Teilnehmenden orientierte. Zu den gewählten Schwerpunkten Mobilität und Energie wurden Experten eingeladen, die beispielsweise zu technologischen Implikationen der DLT für Meter to Cash-Prozesse⁸ in der Energiebranche oder Smart Contracts⁹ im Bereich von Versicherungen referierten. Die Teilnehmenden machten beim Wissenstransfer in ihren Organisationen die Erfahrung, dass die dezentrale Funktionslogik der DLT oft der Logik traditioneller Geschäftsmodelle in zentral strukturierten Organisationen entgegensteht.

Im Ergebnis wurden das Verständnis für die Technologie vertieft, Einsatzmöglichkeiten in verschiedenen Branchen identifiziert sowie der St. Galler Blockchain Roundtable für den weiteren branchenübergreifenden Austausch lanciert. Auf den Erkenntnissen aus dem Arbeitskreis aufbauend können die beteiligten Unternehmen konkrete Geschäftsmodelle sowohl intern als auch kooperativ weiterentwickeln. Darüber hinaus sind viele Forschungserkenntnisse in die Lehre an der Universität St. Gallen eingeflossen.

⁸ Meter-to-Cash-Prozesse dienen der Messung und Abrechnung von Energie.

⁹ Smart Contracts sind automatisierte Prozesse, die Verträge abbilden oder überprüfen oder die Verhandlung oder Abwicklung eines Vertrags technisch unterstützen.

Organisation des Arbeitskreises DLT



VCs = Venture Capital Start-ups
Quelle: Universität St. Gallen

Privat	Öffentlich
Osram Licht AG	Stadt St. Gallen
Robert Bosch AG	Stadtwerke St. Gallen
Siemens AG	
Volkswagen AG	
Covestro AG	
Helvetia Gruppe	
EnBW Energie Baden-Württemberg AG	

Fallbeispiel 3: struckd – ein Start-up der ZHdK kommerzialisiert eine Plattform zum Design von Computerspielen ohne Programmierkenntnisse

Die Entwicklung und Veröffentlichung von Videospielen ist in der Regel zeitintensiv, teuer und erfordert einschlägige Programmier- und Technikenkenntnisse. Die Plattform «struckd» erlaubt es dagegen spielbegeisterten Computer- und Smartphone-Nutzern, mit Hilfe eines einfachen Programms (3D Drag and Drop Editor) für Android und Windows auch ohne technisches Wissen aus vorgefertigten Bausteinen ein eigenes Spiel zu entwickeln.

Die Möglichkeit, mit Legobausteinen eigene Spielwelten zu kreieren, existierte bisher nur im Rahmen eines Kreativmodus in bestehenden Computerspielen. «struckd» ermöglicht es hingegen – wie YouTube im Bereich Videofilm –, eigene Spiele nicht nur zu entwickeln, sondern auch selbst zu kommerzialisieren. Daneben bietet es eine Plattform zum Spielen, Bewerten und Kaufen der Spiele.

Die Idee für dieses Projekt entwickelten die beiden Unternehmensgründer von «struckd» kurz nach Abschluss ihres Bachelorstudiums in Game Design an der Zürcher Hochschule der Künste (ZHdK). Dazu gehören Programmierfähigkeiten ebenso wie künstlerische Kompetenzen, wie die Fähigkeit zum Storytelling. Nach einer kurzen Förderphase in einem Unternehmerprogramm der Hochschule fand das Projekt weitere Unterstützung und erste Investitionen durch die privat geführte Swiss Start-Up Factory. Diese vermittelte einen erfahrenen Investor in den Verwaltungsrat der Firma.

Das Förderprogramm Game Culture der Schweizer Kunst und Kulturförderstiftung Pro Helvetia ermöglichte dem Unternehmen die Teilnahme an etlichen internationalen Veranstaltungen und vermittelte nützliche Kontakte zu Investoren.

Obwohl erst seit 2017 offiziell auf dem Markt, verfügt «struckd» bereits über eine grosse internationale Community, insbesondere in Brasilien, Indien, Russland, aber auch in den USA, Südkorea und Europa. 2019 bestand die Basis aus ungefähr 200 000 aktiven Nutzern pro Monat und über einer Million Downloads im Android-Store. Rund 100 000 Spiele wurden bislang mittels der Plattform kreiert und hochgeladen. Als eine nächste Entwicklungsetappe wird vom Unternehmen 2019 der Zugang zum App Store angestrebt.

Ein auf das Erzielen von Skalen-Effekten ausgerichtetes Geschäftsmodell einer social-media-ähnlichen Plattform wie «struckd» benötigt jedoch eine noch umfassendere Nutzerbasis als kritische Masse für das Erzielen erster Gewinne. Dem Unternehmen gelang es, zwei Investoren zu finden, die den Aufbau der Nutzerbasis über einen längeren Zeitraum hinweg finanzieren.

Selbstverständlich ist diese bisher erfolgreiche Finanzierung eines Gaming-Start-ups in der Schweiz nicht, denn wenige Investoren sind an der Gaming-Branche interessiert. Daher existieren erst wenige Beispiele ökonomisch erfolgreicher Start-ups und Unternehmen. Die Voraussetzungen dafür, dass sich dies in Zukunft ändert, sind aber nicht schlecht. Die Schweiz verfügt über ein international anerkanntes Ausbildungs- und Forschungscluster für Game-Entwicklungen, das Ausbildungsstätten wie die ETH Zürich, die ZHdK oder die Haute école d'Art et de Design (HEAD) in Genf umfasst. Die meisten dieser Ausbildungsstätten stehen im Austausch mit dem an der ETH angesiedelten Disney Research Lab der Walt Disney Company.

2.7 Die grossen Herausforderungen und die Innovation in der Schweiz

2.7.1 Die GSW und die grossen gesellschaftlichen Herausforderungen

Noch besser lässt sich die Rolle der GSW für Innovation anhand der grossen gesellschaftlichen Herausforderungen (Grand Challenges) aufzeigen. Die UNO (2015) hat diese Herausforderungen in 17 Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals, SDG) definiert, die darauf ausgerichtet sind, Armut zu beseitigen, den Planeten zu schützen und das Wohlergehen aller zu sichern.

Diese grossen Herausforderungen wie die Nachhaltigkeit stellen sich auf globaler Ebene. Sie verlangen konkrete, innovative Lösungen in kommerzieller oder anderer Form. Diese Lösungen können sowohl auf einer Top-down- als auch auf einer Bottom-up-Logik beruhen.

Innerhalb dieser beiden Logiken geben die GSW den Innovationen einen Rahmen vor und legitimieren sie:

- Top-down-Logik: Die grossen Herausforderungen mobilisieren die internationale Politik, die über das internationale Recht und die völkerrechtlichen Verträge die innerstaatlichen Institutionen beeinflusst, insbesondere die nationalen Gesetzgebungen. Mit ihren Analysen und ihrem Expertenwissen tragen die GSW dazu bei, dass die technischen Innovationen und die gesellschaftlichen Erwartungen nicht auseinanderlaufen. So tragen die GSW beispielsweise dazu bei, Lösungen für unerwünschte Folgen von Innovationen zu erarbeiten.¹⁰
- Bottom-up-Logik: Umgekehrt entsteht ausgehend von einer Vielzahl von Innovationen, die im Ausland und in der Schweiz hervorgebracht werden, eine Bewegung von unten nach oben. Die Innovationen verbreiten sich, verstärken sich gegenseitig und üben Druck auf die bestehenden Institutionen aus. So bestehen heute zum Beispiel in der Abfallindustrie zahlreiche Lösungen, die lokal entwickelt wurden. Die ebenso technologischen wie sozialen Innovationen werden evaluiert und verglichen und führen zum Ausbau der bestehenden Abfallbewirtschaftungssysteme. Die daraus gezogenen Lehren fliessen anschliessend in die gesetzlichen Rahmenbedingungen ein, die eine grossflächige Verbreitung und Abstimmung von allfälligen konfliktuellen Aspekten der Innovationen ermöglichen (Vorschriften, Koordination usw.). Anhand der Innovationsfragen im Zusammenhang mit der Energiewende lässt sich die gegenseitige Ergänzung zwischen verschiedenen Innovationstypen besonders gut aufzeigen (siehe das Beispiel Energie weiter unten).

Das institutionelle System steht zwischen den Top-down- und Bottom-up-Logiken. Es legitimiert eine Lösung auf Kosten einer anderen (z.B. das Verursacherprinzip), übernimmt das schwierige Abwägen zwischen der Förderung des Wandels (Entwicklung von

Kryptowährungen) und der Bewahrung sozialer Stellungen (Taxigewerbe, das durch Uber konkurriert wird), zwischen internationalen Zugeständnissen (Öffnung der Agrarmärkte) und den nationalen und regionalen Interessen (Entwicklung von Ökodienstleistungen der Landwirtschaft). Bei all diesen Aktivitäten spielen die GSW eine wichtige Rolle.

2.7.2 Die grossen Herausforderungen und die GSW: das Beispiel der Energiewende in der Schweiz und auf internationaler Ebene

Die Energiewende gehört zu den grossen Herausforderungen, die auf internationaler Ebene am häufigsten genannt wird. Wie jedes andere Land muss auch die Schweiz innovativ sein, um hier Lösungen zu finden.

Bei den Innovationen für die Erzeugung erneuerbarer Energien, vor allem im Bereich Photovoltaik, ist die Schweiz zwar führend. Doch unser Land hat Mühe, hier grosse Exportindustrien aufzubauen, die weltweit wettbewerbsfähig sind. Hingegen ist die Schweiz ein Ort für Experimente (Vorzeige-, Pilot- oder Demonstrationsprojekte), mit denen in Bezug auf die Erzeugung und Nutzung dieser Energien eine neue Kultur entwickelt werden kann. Dabei geht es darum, neue Lebensweisen und Konsumpraktiken zu erarbeiten und zu verbreiten. In diesem Zusammenhang entstehen neue kollektive Organisationen wie Wohnbaugenossenschaften, welche die Stromerzeugung und Energiesparprojekte einbinden (soziale Innovationen).

Über Demonstrationsprojekte wie das Leichtflugzeug Solar Impulse oder den Katamaran Planet Solar und über Veranstaltungen wie den ersten Salon du Climat, der 2018 in Genf stattfand, ist die Schweiz Mitgestalterin der Innovation und der Energiewende auf internationaler Ebene. Die Repic-Plattform,¹¹ die vom Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), von der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA), vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) sowie vom Bundesamt für Energie (BFE) gemeinsam betrieben wird, unterstützt über das Schweizer Label «Energistadt» Energiewendeprojekte in verschiedenen Regionen der Welt. Das Label anerkennt und kommuniziert lokale Gemeinschaftsinitiativen, die auf die nachhaltige Energieerzeugung und -nutzung ausgerichtet sind.

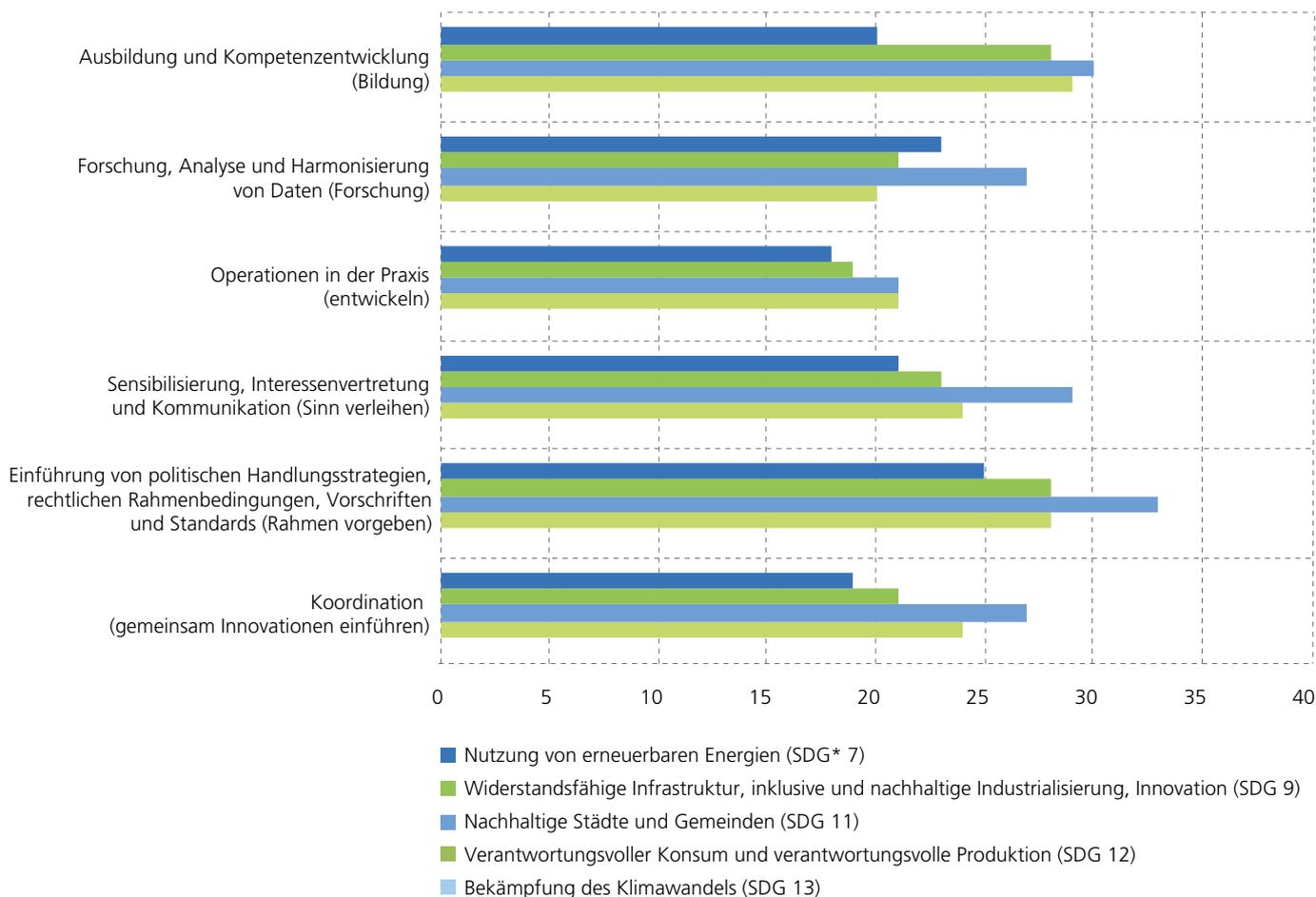
Zudem beherbergt die Schweiz in Genf über 20 internationale Organisationen, die erneuerbare Energien weltweit fördern – entweder operativ (Unterstützung von Projekten, Koordination) oder institutionell (Verwaltung und Festlegung von Normen, rechtlichen Rahmenbedingungen und politischen Handlungskonzepten) (Abbildung C 2.13).

Die GSW tragen zur Innovation und zur Energiewende bei, indem sie Probleme öffentlich zur Diskussion stellen, kollektive

¹⁰ So hat die Innovation «Internet» zu Internetkriminalität (z.B. Kinderpornographie) geführt. Mithilfe der GSW wurden rechtliche Bestimmungen erarbeitet, um die Internetkriminalität zu verhindern.

¹¹ Repic: Renewable Energy, Energy- & Ressource Efficiency, Promotion in International Cooperation.

Abbildung C 2.13: Anzahl in Genf ansässiger internationaler Organisationen in Fachbereichen, die mit den UNO-Nachhaltigkeitszielen (SDG) zusammenhängen (Auswahl)



Die 77 Organisationen, die an der Umfrage teilnahmen, haben das Fachwissen selbst beurteilt.
*SDG: Sustainable Development Goals
Quelle: Erarbeitung Jeannerat, Crevoisier, Brulé & Suter basierend auf UN Office Geneva (2015)

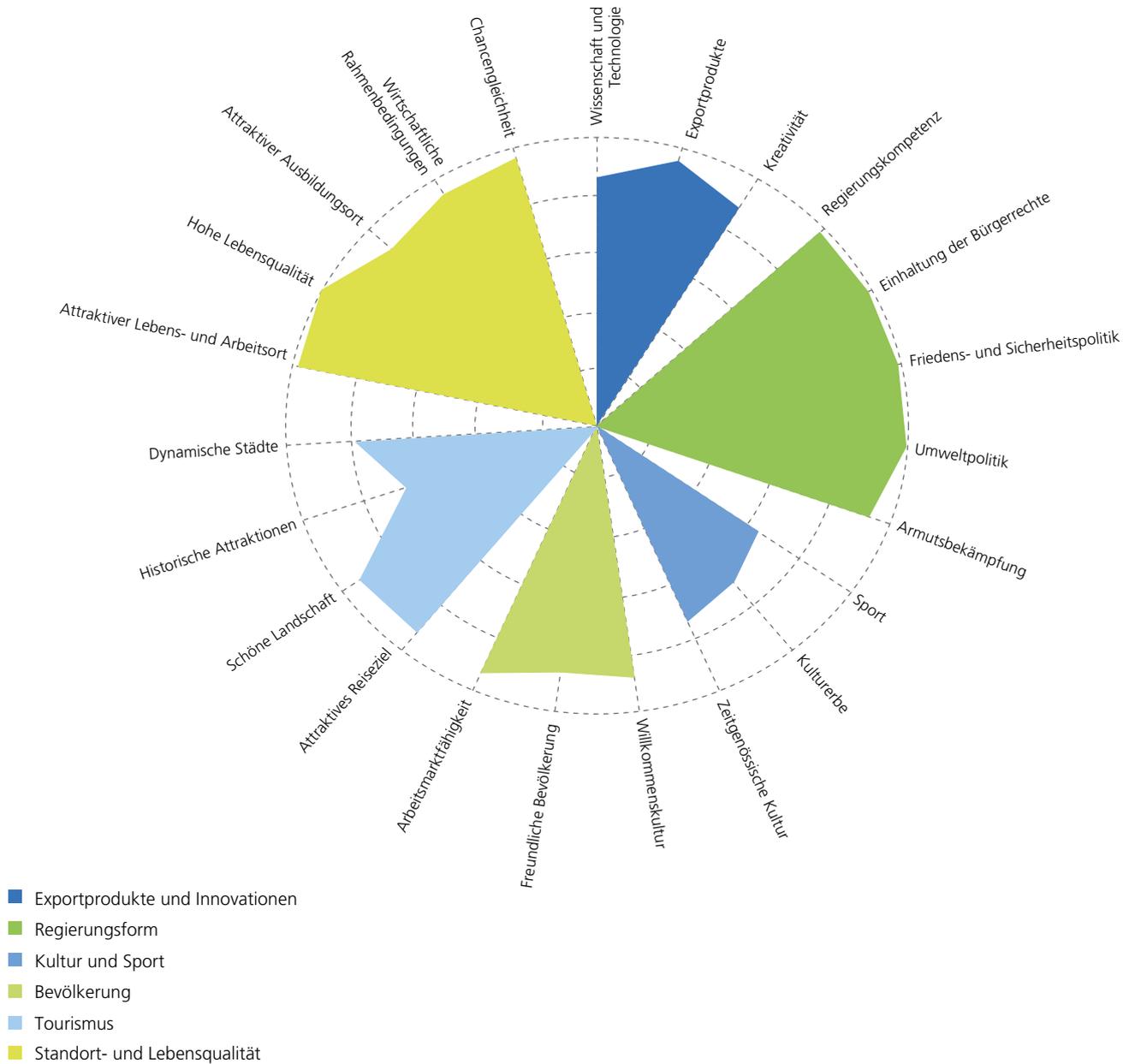
Lösungen erarbeiten und in der Gesellschaft verbreiten. So hat beispielsweise die Universität Lausanne 2015 mit dem Unternehmen Romande Energie und dem Kanton Waadt das Projekt VOLTEFACE lanciert. Dieses geht davon aus, dass die Energiewende nicht bloss eine technologische, sondern auch eine gesellschaftliche Herausforderung darstellt und mit erheblichen institutionellen, wirtschaftlichen und territorialen Veränderungen sowie Veränderungen des Lebensstils verbunden ist. Dank zwölf Forschungsteams und mehreren partizipativen Veranstaltungen mit Forschenden, Studierenden, Behörden, Unternehmen und Verbänden wurden Herausforderungen der Energiewende in konkreten Bereichen herausgearbeitet. Das Projekt bezog alle sieben Fakultäten der Universität Lausanne ein. Damit konnten nicht nur ökonomische und soziale Werte ermittelt werden, die von dieser Wende betroffen sind, sondern auch deren wichtigsten Akteure (z.B. Unternehmen, Forschungsinsitute, Verbände, Konsumenten). Eruiert wurden ausserdem die erforderlichen methodischen, institutionellen, technischen und kommunikationsbezogenen Instrumente für die Energiewende.

2.7.3 Die GSW und die «Schweizer Innovation»

Jede Gesellschaft schafft Innovationen nach einer teilweise eigenen Logik. Dieses Kapitel zeigt die Wichtigkeit der GSW anhand von drei Besonderheiten des Schweizer Innovationssystems auf. Da keine eingehende Untersuchung vorliegt, werden hier nur Denkanstösse formuliert.

Eine erste Besonderheit der Schweizer Innovation ist die Qualität der Rahmenbedingungen und der öffentlichen Dienstleistungen: Verkehr, Gesundheit, Bildung, Information, Sicherheit, Landschaftsraum, Rechtssicherheit und Achtung der Rechtsstaatlichkeit usw. Ein qualitativ hochwertiger Service public erbringt grundsätzlich im ganzen Land und ohne Diskriminierung Grundleistungen zu erschwinglichen Preisen. Gemäss dem Nation Brand Index 2017 (Abbildung C 2.14) liegt die Schweiz nicht nur in den Bereichen Innovation, sondern auch in Bezug auf demokratische und nachhaltige Staatsführung, Tourismus und Lebensqualität auf den vordersten Rängen.

Abbildung C 2.14: Das Image der Schweiz gemäss dem Nation Brands Index 2017



Quelle: Nation Brands Index 2017, in: Präsenz Schweiz (2017)

Diese Merkmale steigern die Attraktivität des Landes. Seit dem 19. Jahrhundert fühlten sich Unternehmer, Künstler und Wissenschaftler von der Schweiz angezogen: Grossunternehmen wie Nestlé oder ABB sind aufgrund dieser Attraktivität entstanden. Heute zeigt sich diese Attraktivität auch an der zunehmenden Zahl ausländischer Studierender, Doktorierender und Professoren an unseren Hochschulen (SBFI, 2016).

Aufgrund der Erwartungen an die hohe Qualität der öffentlichen Dienstleistungen erzeugt der Service public selber Innovatio-

nen, da er Lösungen für soziale Herausforderungen benötigt. Dies war beispielsweise bei der Entwicklung des Generalabonnements der Fall.

Eine zweite Besonderheit ist die Nutzung kultureller Werte und Ressourcen (Alpenromantik, Uhrmacher-Bauern im Jura, Neutralität, Diskretion usw.) durch die bedeutenden Swiss-Made-Branchen wie die Uhrenindustrie, die Schokoladenindustrie, die Käsehersteller, aber auch die Vermögensverwaltung, den Tourismus, die Organisation internationaler Konferenzen usw. Dabei

geht es nicht einfach darum, Nostalgie und Stereotypen zu mobilisieren. Sie müssen unter Berücksichtigung zukunftsgerichteter Werte (Nachhaltigkeit, Design, Sicherheit, Forschung, Offenheit, soziale Integration usw.) neu erfunden werden. Die traditionellen Industrien hätten wahrscheinlich nicht überlebt, wenn sie sich nicht zu eigentlichen Kulturindustrien entwickelt hätten, die nicht nur funktionelle Güter und Dienstleistungen, sondern in erster Linie «Authentizität» verkaufen. Der Wert dieser kulturellen Innovationen ist erkannt worden: Er hat unter anderem zu den Swissness-Regeln geführt.

Eine dritte Besonderheit sind die Multikulturalität der Schweiz und ihre Stellung als europäischer und globaler Knotenpunkt. Zahlreiche kulturelle und soziale Innovationen beruhen auf der Begegnung verschiedener Kulturen und auf der Fähigkeit, pragmatisch darüber zu kommunizieren, wobei Ideologien, absolut gesetzten Idealen und selbst grossen Ambitionen keine hohe Bedeutung eingeräumt wird. Die Schweiz hat in der Vergangenheit nur wenige grosse Kunstschaffende, Forschende, Politiker usw. von internationalem Format hervorgebracht. Doch sie hat ihnen Begegnungen ermöglicht und ein pragmatisches Umfeld für ihre Aktivitäten geboten: Unser Land bietet gute Voraussetzungen für das Erzielen von Kompromissen, für einen florierenden Kunsthandel und eine gute Entwicklung der angewandten Künste (Architektur, grafische Gestaltung, Design, Edelmetallarbeiten usw.). Das internationale Genf (Abbildung C 2.14), das Internationale Komitee vom Roten Kreuz (IKRK), die grossen internationalen Sportverbände oder auch die Art Basel sind dank breit geteilten Werten (Neutralität, Sicherheit, Rechtsstaatlichkeit usw.) entstanden. Sie bestätigen, dass unser Land auf internationaler Ebene eine wesentliche und anerkannte Rolle spielt. Sie sind erstklassige kulturelle Ressourcen, die die Schweiz für Touristen, Persönlichkeiten aus der Wissenschaft und Kunst, mehr oder weniger wohlhabende Zuzüger usw. attraktiv machen. Ausserdem bieten sie erhebliche Vorteile für die Bereiche Greentech, Medtech, Mode und Design sowie FinTech, die von den betreffenden Unternehmen ausgiebig genutzt werden.

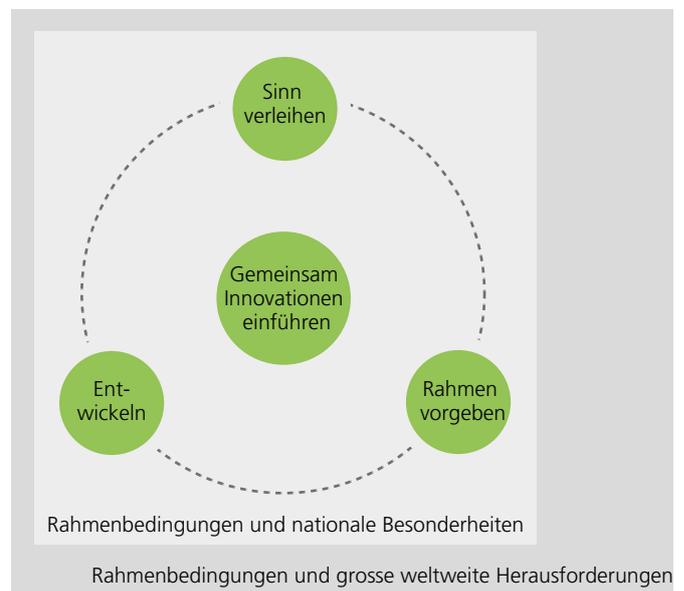
Die grossen Staaten, die leistungsfähige Innovationssysteme entwickelt haben (USA, Grossbritannien, Frankreich, Japan usw.), bevorzugen jene Sektoren, in denen sie ihre internationale Präsenz verstärken konnten. Dazu gehört auch das Militär (Luft- und Raumfahrt, Atomwaffen, Rüstung, Informations-, Telekommunikations- und Überwachungssysteme usw.). Davon unterscheidet sich die Geschichte eines Teils der Schweizer Innovation grundlegend, weil sie auf den stets erneuerten touristischen Klischees des 19. Jahrhunderts (z. B. die Berge), auf der Qualität der Infrastruktur unseres Landes und auf seiner Stellung als multikultureller Knotenpunkt zwischen den politischen und wirtschaftlichen Grossmächten beruht.

Würden diese kulturelle und soziale Dimension des Schweizer Innovationssystems systematisch durch die GSW dokumentiert und die daraus resultierenden Erkenntnisse genutzt, könnte die Innovationsfähigkeit der Schweiz zusätzlich gestärkt werden.

2.8 Zusammenfassung: Die Funktionen der GSW im Innovationssystem

Der Beitrag der GSW zu Innovation lässt sich in vier Funktionen zusammenfassen: Entwickeln und organisieren (2.8.1), Sinn verleihen (2.8.2), der Entwicklung der Innovation einen institutionellen Rahmen vorgeben (2.8.3) und in der Gesellschaft gemeinsam Innovationen einführen (2.8.4) (Abbildung C 2.15).

Abbildung C 2.15: Die Hauptfunktionen der GSW im Innovationssystem



Quelle: Darstellung Jeannerat, Crevoisier, Brulé & Suter

2.8.1 Entwickeln und organisieren

Der Beitrag der GSW besteht hauptsächlich darin, neue Aktivitäten und neue Geschäftsmodelle (siehe unten) zu entwickeln, die im Zusammenhang mit den Märkten oder den Bedürfnissen der Gesellschaft stehen. Diese Massnahme kann individuell oder gemeinsam im Rahmen von Unternehmen, Organisationen, Verbänden, Gruppen usw. eingeleitet werden. Dabei leisten die GSW den folgenden Beitrag:

- Eruierung und Formulierung der Möglichkeiten: Die Kundenbedürfnisse verstehen und antizipieren, um Ideen für Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln; Umfragen durchführen und Zukunftsvisionen entwickeln (Trends, Szenarien); Chancen erkennen; Brainstormings organisieren und Geschäftsmodelle entwickeln; die verschiedenen Visionen zusammenführen; Szenarien methodisch analysieren, erproben und formulieren, die verschiedenen Optionen vergleichen und Entscheidungen zu treffen.
- Umsetzung von Ideen und Organisationen: Aktionspläne und Businesspläne erarbeiten; Organisationen aufbauen; Finanzierungen konzipieren und bereitstellen; Verträge verfassen und

Das Business Model Canvas (BMC) zur Systematisierung der Entwicklung von Lösungen

Das BMC ist ein Instrument für strategische Überlegungen, das mehrere Aspekte zur Funktionsweise eines Unternehmens zusammenträgt: Nutzenversprechen, zentrale Ressourcen, Ertragsströme, Kundensegment usw. Das Instrument trennt zwischen den monetären Einnahmequellen und dem Wert, der für die Kunden, Nutzer oder Konsumenten geschaffen wird. In einer Wirtschaft, die immer weniger auf dem einfachen Verkauf eines Produkts gegen Geld und immer mehr auf kulturellen und sozialen Innovationen beruht, muss über Einnahmequellen nachgedacht werden, die nicht oder nicht ausschliesslich aus dem traditionellen Verkauf stammen. Das BMC wird sowohl von Start-ups als auch von international tätigen Grossunternehmen genutzt, um Innovationen zu entwickeln, die sowohl strategische Entwicklungen als auch alltägliche Probleme betreffen. Es wird beispielsweise in Workshops verwendet, in denen junge Menschen zur Gründung eines Unternehmens animiert werden.

Das BMC ist eine Erfolgsgeschichte der Innovation. Von der 2010 erschienenen Publikation «Business Model Generation» wurden eineinhalb Millionen Exemplare verkauft. Das BMC wurde über sechs Millionen Mal heruntergeladen. Seine Entwickler – die Lausanner Wissenschaftler Y. Pigneur und A. Osterwalder – lancierten mit der Herausgabe ihres Buchs ein Crowdfunding, das damals als Finanzierungsform noch nahezu unbekannt war. Einen Teil ihrer Publikation stellten sie unter dem Label Creative Commons kostenlos zur Verfügung – ein gutes Beispiel für die Anwendung des BMC.

Quelle: Affentranger (2018)

rechtliche Strukturen erarbeiten, die Innovation ermöglichen; die Kommunikation gegen aussen organisieren (Marketing, Lobbying, Corporate Communication usw.), die Märkte aufbauen und beeinflussen.

- Periodische und ständige Evaluationen: Wirtschaftliche Bewertungen (Buchführung, Managementsysteme), kulturelle Evaluationen (Umfragen, Vergleiche, Fallstudien) und soziale Überprüfungen (Debatten, Erhebungen) von Experimenten und vorgeschlagenen Lösungen durchführen. Die GSW ermöglichen jederzeit, Probleme neu zu formulieren und Innovationsmöglichkeiten zu erneuern.

In der Phase «Entwickeln und organisieren» kommen vor allem organisationsbezogene Wissenschaften (Management, Psychosozologie von Projekten und Organisationen, Personalwesen, Finanzmanagement usw.) und marktbezogene Wissenschaften (Marketing, Design, Corporate Communication, Immaterialgüterrecht, Obligationenrecht und Gesellschaftsrecht usw.) zum Tragen.

2.8.2 Der Innovation einen Rahmen vorgeben und Impulse verleihen

Die GSW beteiligen sich an der Festlegung der Rahmenbedingungen für die Innovation, indem sie gesellschaftliche Probleme, gemeinsame Ziele und spezifische Massnahmen eruieren, mit denen Innovationen gefördert und geregelt werden. Sie tragen dazu bei, die Werte und Bestrebungen der Gesellschaft zu formulieren.

Der institutionelle Rahmen der Innovation betrifft die lokale, nationale und internationale Ebene. So werden beispielsweise die globalen Herausforderungen in Form von internationalen Verträgen und auf nationaler, kantonaler und lokaler Ebene in Form von Gesetzen und weiteren Vorschriften institutionalisiert. Was das internationale Genf zur Umsetzung von politischen Strategien, Rechtsvorschriften und gesetzlichen Rahmenbedingungen leistet, die den Zielen für nachhaltige Entwicklung der UNO entsprechen, veranschaulicht den Beitrag der GSW zur Innovation (Abbildung C 2.14).

Zu den eingesetzten Methoden gehören zum Beispiel Moderationstechniken (Leitung von Sitzungen, Debatten, Arbeitsgruppen), Techniken für das Prozessmanagement (Gesetzgebungsverfahren, Verhandlungsführung) oder Synthese- und Antragskompetenzen (Abfassen von Berichten, Erarbeitung von Gesetzesentwürfen).

Entwickelt wurden diese Methoden hauptsächlich von den Politik- und Sozialwissenschaftlerinnen, der Volkswirtschaftslehre, den Rechtswissenschaftlerinnen im Bereich des öffentlichen Rechts, den Medienwissenschaftlerinnen usw.

2.8.3 Sinn verleihen

Durch ihre künstlerischen, literarischen, museologischen und historischen Produktionen sowie durch ihre Forschung zur sozialen Vielfalt schaffen die GSW Sinn: Sie erläutern und inszenieren gemeinsame Werte, die bestimmten Innovationen zugeschrieben werden. Zum einen beeinflussen die Werte unsere Fähigkeit, neue Methoden und Produkte von bereits bestehenden zu unterscheiden. Zum anderen tragen sie dazu bei, die konkreten Bedürfnisse und Probleme deutlich darzustellen, denen bestimmte Innovationen entsprechen müssen. So wurde beispielsweise Nespresso erst zu einem kommerziellen Erfolg, nachdem Lösungen für die Kritik an der fehlenden Nachhaltigkeit der Einweg-Aluminiumkapseln entwickelt worden waren.

Die Methoden, mit denen die Aufgabe «Sinn verleihen» erfüllt wird, entsprechen den klassischen Forschungsmethoden der GSW. Dazu gehören die historische und die anthropologische Forschung, soziologische Untersuchungen, Dialog von Wissenschaft und Gesellschaft, die Konzeptualisierung, die Redaktion, die Rhetorik und das Storytelling. Mit vergleichenden Methoden (qualitativ und quantitativ) lässt sich feststellen, was spezifisch, unterschiedlich,

Design Thinking: Mit Methoden der GSW den Sinn und Nutzen von Innovationen verstehen

Inspiziert von den Arbeitsmethoden, die von Designern zur Konzeption und Entwicklung neuer Produkte angewandt werden, hat sich das Design Thinking zu einer Referenzmethode für die gemeinsame Entwicklung von Ideen, Konzepten, Praktiken und neuen Produkten etabliert.

Das Design Thinking wurde in den 1990er Jahren im Silicon Valley vor allem durch die «d.school» an der Universität Stanford und durch das Designunternehmen IDEO verbreitet. Es bezeichnet eine Reihe von Massnahmen, die gemeinsame Innovationen ermöglichen: Leitung von Think Tanks, Befragung von Personen oder Beobachtung von Verhaltensweisen in der Gesellschaft. Auf diese Weise sollen Probleme neu definiert, Lösungen entwickelt und in Form von Innovationen realisiert werden.

Die meisten der vom Design Thinking verwendeten Methoden stammen aus den Designwissenschaften und den GSW im Allgemeinen. Sie beruhen auf Fokusgruppen, Befragungen und teilnehmenden Beobachtungen, das heisst auf typischen Methoden der GSW. Ausserdem verwenden sie kollektive Strategien für die Nutzung der Fantasie, die Entwicklung von Ideen und die Kreation aus den Bereichen Sozialpsychologie, Kunst und Literatur.

Diese Methoden sind heute weithin anerkannt und werden an den Schweizer Hochschulen und in den Unternehmen zur Innovationsförderung eingesetzt.

neu oder originell ist. Darauf beruhen die Verfahren, die das Design Thinking einsetzt, um die Kreativität und die Innovation zu fördern.

Von den GSW sind für diese Phase vor allem die Kunst und Literatur, die Philosophie, die Theologie und die Sozialwissenschaften massgebend (Soziologie, Volkswirtschaftslehre, Anthropologie, Psychologie, Geografie, Geschichte).

2.8.4 Kommunizieren und Debattieren im Hinblick auf Co-Innovation in der Gesellschaft

Innovation erfolgt in der Regel im Rahmen einer kulturellen, sozialen und politischen Dynamik. Um Massnahmen von Unternehmen oder Verbänden zu ermöglichen, Sinn zu verleihen und Regeln aufzustellen, ist es notwendig, Werte in der Gesellschaft zu kommunizieren und darüber zu diskutieren.

Mit ihren Methoden und ihrer Forschung sorgen die GSW dafür, dass verschiedene Akteure gemeinsam debattieren, in Verbindung treten und interagieren. Deren unterschiedlichen Kenntnisse,

Messen der Beiträge der GSW zu kommerziellen und sozialen Innovationen

Die meisten nationalen und internationalen Untersuchungen umfassen Indikatoren, die einen Teil der Beiträge der GSW zu kommerziellen Innovationen mehr oder weniger direkt erfassen. Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen beziehen sich auf mehrere Arten von Beiträgen, wie beispielsweise die Forschung oder die Methoden. Für die Forschung wird der Prozentsatz des F&E-Budgets ermittelt, der für die GSW angewendet wird (z.B. Business Research Development Innovation Survey 2009). Hinsichtlich der Methoden wird erfasst, ob Instrumente aus den GSW zum Einsatz kommen (neue Organisationsformen in der Community Innovation Survey 2010 [Eurostat 2010]).

Der Beitrag der GSW zu Innovation könnte besser gemessen werden, wenn die aus den GSW stammenden Methoden systematisch erfasst würden (klar und deutlich darstellen, neue Möglichkeiten eröffnen, das Wort erteilen, gegenüberstellen, umformulieren, Sinn verleihen usw.).

Sowohl kommerzielle als auch soziale Innovationen entstehen zunehmend an unerwarteten Orten. Deshalb muss man sich mit den sozialen, politischen und kulturellen Bedingungen befassen, die sie begünstigen (OECD 2010, Gault 2013, Krlev et al. 2014). So wirken sich beispielsweise die politische Stabilität und die Tatsache, dass keine Korruption herrscht, auf die kommerziellen Innovationen aus, während das Sozialkapital, Toleranz und das Vertrauen der Bürger in die Institutionen soziale Innovationen fördern. Würden auch die sozialen, politischen und kulturellen Bedingungen gemessen, könnten die Beiträge der GSW zu öffentlichen Innovationen und zu Innovationen, die von den Konsumenten stammen, besser erfasst werden.

Ideen und Auffassungen ermöglichen es, Probleme zu erkennen, Lösungen zu entwickeln und gemeinsame Projekte zu realisieren. Die in Frankreich und in den angloamerikanischen Ländern entwickelten Prospective- und Foresight-Methoden beruhen auf diesen Kompetenzen der GSW.

Damit spielen die GSW eine aktive Vermittlerrolle, nicht nur um Innovationen entstehen zu lassen, sondern auch, um sie in grösserem Umfang zu verbreiten. Diese Querschnittskompetenzen sind zwar in allen Disziplinen der GSW vorhanden, doch die Kommunikationswissenschaften (Journalismus, Museumswissenschaft, Verlagswesen, Events usw.) und die Künste haben besondere Anstrengungen unternommen. Sie spielen mittlerweile eine zentrale Rolle für die Innovationsdynamik im Allgemeinen.

2.9 Schlussfolgerungen

Die Globalisierung der 1980er und 90er Jahre betraf die Produkte. Die derzeit laufende Globalisierung nimmt aufgrund der Digitalisierung ganz andere Formen an, da das Internet und die Medien eine direkte Beziehung zwischen den Menschen entsprechend ihren Affinitäten und Kompetenzen herstellen. Die Digitalisierung stellt Informationen zu beliebigen Themen oder Orten der Welt bereit, ermöglicht Transaktionen über grosse Entfernungen und erleichtert Konsumenten, Arbeitnehmenden und Studierenden die Mobilität.

Unterdessen ist eine Vielzahl von Akteuren an der Innovation beteiligt: Produzenten, Konsumenten, Dienstleistungsanbieter, Nutzer, Experten, Influencer, Journalisten, Kenner, Amateure oder Profis. Erlebniswirtschaft, Sharing Economy, Plattformökonomie – die Innovation erfolgt in der Gesellschaft. Anstelle der traditionellen Orte für den wirtschaftlichen Austausch (Supermärkte, Stadtzentren mit Geschäften usw.) und die Produktion (Fabriken, Bürogebäude usw.) setzt sich das Bild einer digitalen Szene durch, die zugleich aus konkreten Orten besteht.

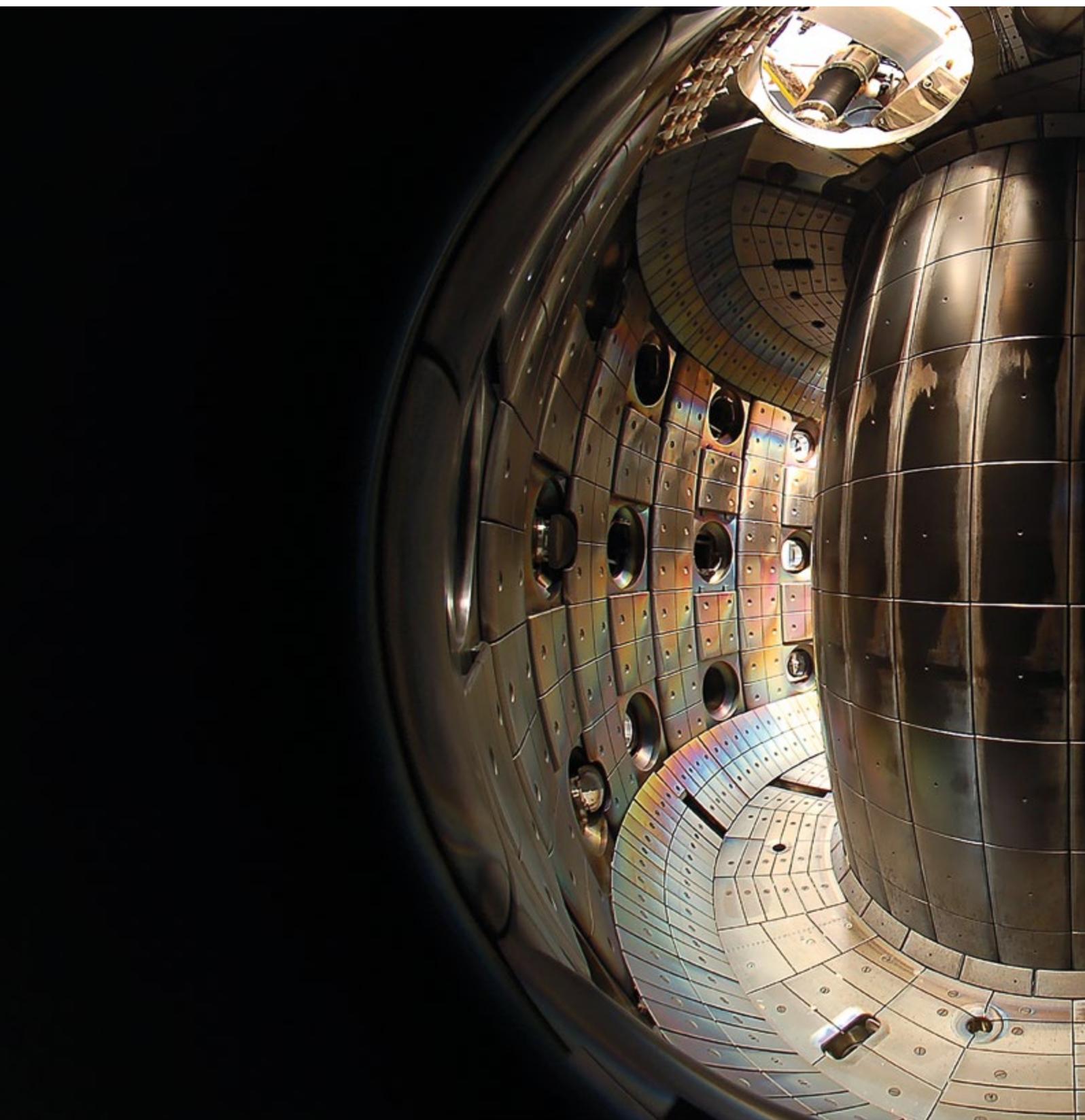
Selbstverständlich benötigt die Wirtschaft eine ständige industrielle und technologische Erneuerung, wenn sie wettbewerbsfähig bleiben will. Doch nur wenn diese neuen Technologien Sinn ergeben, werden sie akzeptiert und umgesetzt. Bei der Etablierung dieser Technologien in der Gesellschaft kommt den GSW eine wichtige oder gar die entscheidende Rolle zu (LERU, 2012; FETAG, 2016).

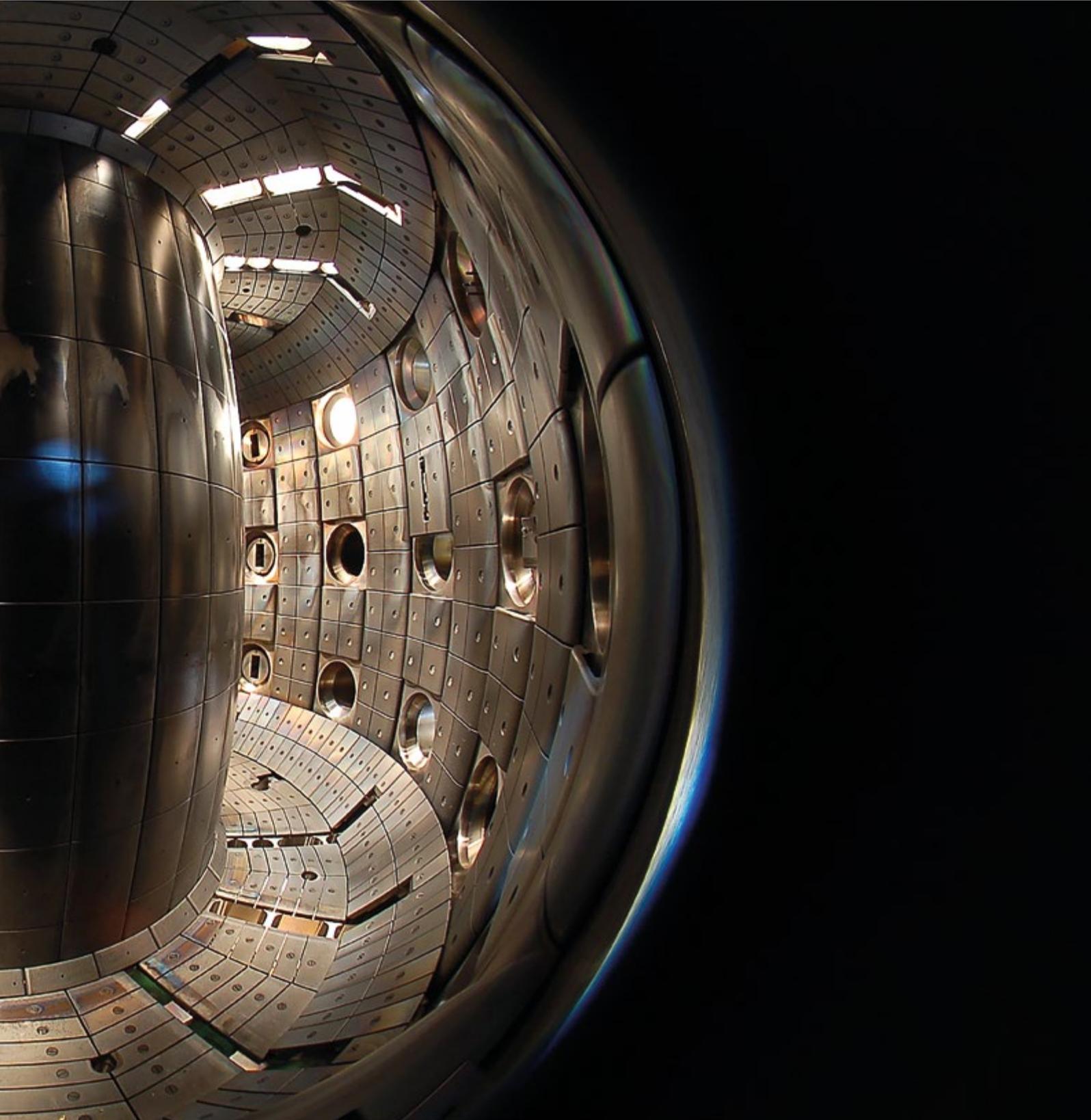
Zurzeit befindet sich die Gesellschaft in einem tiefgreifenden Wandel. Die GSW versetzen sie in die Lage, im Dialog mit den verschiedenen Akteuren Vorstellungen zu entwickeln und sich in die Zukunft zu versetzen, um die Ziele zu formulieren und innovative Lösungen zu konzipieren.

Über ihre spezifischen Funktionen – entwickeln, Sinn verleihen, einen Rahmen vorgeben und gemeinsam Innovationen einführen – kommt den GSW im Schweizer Innovationssystem eine Schlüsselrolle zu. Zum einen tragen die GSW zur Herausbildung von Innovationen bei, die auf die Bedürfnisse der Unternehmen, der Behörden und der Bevölkerung zugeschnitten sind. Zum anderen beteiligen sie sich durch die Ermöglichung von Begegnungen, Rahmenbedingungen und Veranstaltungen auf verschiedenen Ebenen (lokal, national und international) an der Entwicklung und Verbreitung von Innovationen. Zu beachten ist weiter, dass Unternehmensgründungen auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften stattfinden und die Beständigkeit der Unternehmen über alle Disziplinen hinweg in etwa gleich ist.

Der Beitrag der GSW zu Innovation muss besser verstanden und vermehrt in die Politik und die Innovationssysteme einbezogen werden, um die rasche Entwicklung der Wirtschaftstätigkeit und der sozialen Aktivitäten zu begleiten.

Zudem müsste genauer erfasst werden, wie die Schweiz Innovationen hervorbringt, die für sie spezifisch sind und ihr ermöglichen, weiterhin ihren Platz auf der internationalen Bühne zu behaupten und zugleich die grossen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit (Klimawandel, digitaler Wandel usw.) zu bewältigen. Über die Mobilisierung von kulturellen Ressourcen (Alpenromantik, Uhrmacher-Bauer usw.) hinaus geht es darum, die Rolle der Schweiz als europäischer und globaler Knotenpunkt über soziale und kulturelle Innovationen nutzbar zu machen und zu erhalten.





Das Swiss Plasma Center SPC an der EPFL ist national und international eine wichtige Drehscheibe für die Entwicklung der kontrollierten Kernfusion zu einer nutzbaren Energiequelle. Seit Jahren wirkt das SPC für die Schweiz am europäischen Forschungsprogramm zur Entwicklung eines Kernfusionsreaktors mit. Herzstück des Swiss Plasma Centers ist der Tokamak; ein Fusionsreaktor, in welchem ein heisses Plasma aus Wasserstoff oder seiner Isotope durch ein Magnetfeld in Form gehalten wird, ohne dass das Plasma die Reaktorwände berührt, um Abkühlung und Materialschäden zu verhindern. Ab einer bestimmten Temperatur und Teilchendichte tritt eine kontrollierte Kernfusion auf. Ziel ist es, über diesen Weg saubere Energie zu gewinnen. Bild: Alain Herzog, EPFL

TEIL C: STUDIE 3

Dienstleistungsinnovationen



Zusammenfassung

Der Dienstleistungssektor spielt in der Schweizer Wirtschaft eine bedeutende Rolle. Die Bedingungen, Verfahren und Auswirkungen von Innovationen in diesem Sektor werden jedoch noch (zu) wenig verstanden. Dieses Wissensdefizit ist besonders gravierend in einer Zeit, in der die Digitalisierung ständig neue Anwendungsfelder eröffnet. In der Untersuchung werden drei ausgewählte Branchen in Form von Fallstudien im Hinblick auf Innovation und Strukturwandel näher untersucht: Zum einen die dem Wettbewerb ausgesetzten Branchen «wissensintensive Dienste» und «Banken», zum anderen das Gesundheitswesen. Die Haupteckdaten aus den Fallstudien sind: 1) Zwischen Innovationen der untersuchten Branchen und herkömmlichen Innovationen in der Industrie bestehen erhebliche Unterschiede. 2) Durch Digitalisierung ermöglichte Innovationen haben verschiedene Effekte auf den Strukturwandel. 3) Es bestehen bedeutende Innovationspotenziale, aber auch Hemmnisse zur Steigerung der Produktivität verschiedener Dienstleistungen. 4) Aus- und Weiterbildung sowie eine intensivere Vernetzung können wesentlich zur Stärkung wissensintensiver Dienstleistungsinnovationen beitragen. 5) Für das Monitoring sind die etablierten Innovationserhebungen anzupassen und zu erweitern.

1) Zwischen Innovationen im Bereich der untersuchten Dienstleistungen und eher herkömmlichen Innovationen in der Industrie bestehen grundlegende Unterschiede.

Im Unterschied zu den Prozess- und Produktinnovationen etablierter Industrieunternehmen geht es bei Innovationen von wissensintensiven Diensten (Knowledge Intensive Business Services) oft um neue Betriebs- und Geschäftsmodelle. Innovationen im Zusammenhang mit Digitalisierung bewirken dabei häufig einen eigentlichen Transformationsprozess der Unternehmen, ihrer Organisation und des Zusammenspiels von Unternehmen mit Kunden und Partnern. Leistungen entstehen zudem in Ko-Kreation durch gemeinsames Lernen und Entwickeln von Anbietern und Nachfragern und haben dadurch eine gewisse Einzigartigkeit.

2) Durch Digitalisierung ermöglichte Innovationen haben verschiedene Effekte auf den Strukturwandel.

Das Potenzial der Digitalisierungsinnovationen für disruptive Änderungen bei wissensintensiven Diensten ist gross. Start-ups spielen dabei eine wichtige Rolle. Der Anteil der wissensintensiven Dienste an der gesamten Wertschöpfung ist in der Schweiz im internationalen Vergleich hoch, Tendenz steigend. Die Digitalisierung verändert Wertschöpfungsmuster und Zusammenhänge in den Wertschöpfungsketten nachhaltig und rasant. Damit verändert sich auch die Verteilung der Wertschöpfungsanteile auf die Akteure.

Das Gesundheitswesen ist ebenfalls ein grosser Anwender von Innovationen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Formelle Innovationsprozesse auf der Grundlage von Forschung und Entwicklung sind dabei von untergeordneter Bedeutung. Innovation erfolgt vielmehr informell (Learning by Doing). Auch wird sie teilweise dominiert von Technologieanbietern.

3) Es bestehen bedeutende Innovationspotenziale, aber auch Hemmnisse zur Steigerung der Produktivität verschiedener Dienstleistungen.

Grössere Potenziale zur Produktivitätssteigerung bestehen vor allem in der Entfaltung und Weiterentwicklung neuer Betriebs- und Geschäftsmodelle, in der Neugestaltung der Organisation und im Einsatz qualifizierten Personals.

Viele Innovationen im Dienstleistungsbereich können nicht im Labor entwickelt und danach auf den Markt gebracht werden. Vielmehr geht es um eine Entwicklung durch Ausprobieren in der Praxis. Die Politik sollte dafür angemessene Erleichterungen und Freiräume anbieten. Im Finanzbereich hat der Gesetzgeber positive Ansätze dazu in die Wege geleitet.

Die Schweiz ist für den digitalen Wandel grundsätzlich gut gerüstet. Die Umsetzung und Realisierung der Chancen ist aber mässig. Gründe liegen zu einem grossen Teil bei den Nachfragern. Zu beobachten sind Risikoaversion, zu geringer Wettbewerbsdruck und unternehmensinterne kulturelle Barrieren.

Im Fall des Gesundheitswesens prognostizieren mehrere Studien eine bedeutende Verbesserung des Produktivitätswachstums. Dies könnte zu einem erheblichen Aufholen dieses Sektors gegenüber den in der Produktivität führenden Sektoren beitragen. Dies wiederum könnte dämpfende Auswirkungen auf die Gesundheitsausgaben haben. Ein weiterer potenzieller struktureller Wandel besteht darin, dass die Digitalisierung neuen Akteuren, die anspruchsvolle Big Data-Analysen mit starken Engineering-Kapazitäten kombinieren können, Zugang zum Gesundheitswesen bietet.

4) Aus- und Weiterbildung sowie die Intensivierung der Vernetzung können wesentlich zur Stärkung der wissensintensiven Dienstleistungsinnovationen beitragen.

Im Zuge einer optimalen Nutzung des Potenzials der Digitalisierung spielt die Integration und damit das möglichst offene und synergetische Zusammenspiel der drei Bereiche Technologie, Geschäftsbereich und rechtliche Rahmenbedingungen eine zentrale Rolle. Dazu braucht es qualifiziertes Personal, das diese Aspekte miteinander verbinden kann. Bildungsangebote auf allen Stufen sollten dem Rechnung tragen.

Weiter sind Kooperationschancen proaktiv zu nutzen. Eine Zusammenarbeit zwischen Gruppen von Banken oder von Spitälern zur Entwicklung und Anwendung von Dienstleistungsinnovationen und damit verbundenen gemeinsamen Infrastrukturlösungen kann deutliche Kosteneinsparungen, Effizienzsteigerungen und qualitativ bessere Dienste zeitigen.

5) Für das Monitoring von Innovationen im Dienstleistungssektor sind die etablierten und quantitativen Innovationserhebungen anzupassen und zu erweitern, um die spezifischen Eigenheiten der Dienstleistungsinnovationen besser erfassen zu können.

Die bisherigen standardisierten und routinemässig durchgeführten quantitativen Innovationserhebungen erfassen typische Eigenheiten von Dienstleistungsinnovationen nicht oder nur schlecht. Beispiele solcher Eigenheiten sind die Entwicklung von Innovationen in enger Zusammenarbeit von Anbietern und Nutzern bis hin zu Interaktionen in lernenden Systemen. Für das Innovations-Monitoring müssen deshalb neue Indikatoren entwickelt werden. Aufgrund der Heterogenität und Diversität der Dienstleistungen könnten allenfalls bereichsspezifische Fallstudien nützlich sein.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Prof. em. Beat Hotz-Hart (Universität Zürich) und Prof. Dominique Foray (Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne) verfasst wurde. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBFi veröffentlicht (www.sbf.admin.ch).

Inhalt Studie 3

3.1	Einleitung	207
3.1.1	Stellung und Bedeutung des Dienstleistungssektors in der Schweizer Wirtschaft	
3.1.2	Markt- versus nicht marktbestimmte Dienstleistungen	
3.1.3	Quellen und Verfahren der Innovation bei Dienstleistungen	
3.1.4	Drei Fallstudien – drei Schwerpunkte	
3.2	Innovationen bei wissensintensiven Diensten	209
3.2.1	Charakterisierung von KI(B)S-Unternehmen	
3.2.2	Wissensintensive Dienste und Innovation	
3.2.3	KIBS als Treiber und Motor von Innovationen und Teil eines lernenden Systems	
3.2.4	Trends und disruptive Entwicklungen	
3.3	Innovationsverhalten der Banken am Beispiel FinTech . . .	213
3.3.1	Innovationsverhalten der Schweizer Banken	
3.3.2	FinTech Innovationsökosystem Schweiz	
3.3.3	Regulation und Innovation im Finanzbereich	
3.3.4	Hemmnisse und Engpässe	
3.3.5	Markttöffnung über Technologie und Quereinsteiger – Neue Wettbewerbssituation	
3.4	Künstliche Intelligenz und Big Data im Schweizer Gesundheitswesen	218
3.4.1	Allgemeiner Rahmen für Gesundheitsausgaben, Produktivität und Innovation	
3.4.2	Besondere wirtschaftliche Bedeutung der baumol-schen Kostenkrankheit im Gesundheitswesen	
3.4.3	Innovative Bedeutung von KI und Big Data im Gesundheitswesen	
3.4.4	Feststellungen zur Erzeugung und Einführung KI-basierter Innovationen im Schweizer Gesundheitswesen	
3.4.5	Fazit	
3.4.6	Methodik	
3.5	Schlussfolgerungen.	230

3 Dienstleistungsinnovationen

3.1 Einleitung

Der Dienstleistungssektor spielt in der Schweizer Wirtschaft eine bedeutende Rolle. Diese hat seit den 1990er Jahren an Bedeutung weiter zugenommen. Die Bedingungen, Verfahren und Auswirkungen von Innovationen in diesem Sektor sind noch kaum bekannt. Dieses Wissensdefizit ist besonders gravierend in einer Zeit, in der die Digitalisierung und ihre modernsten Formen (wie maschinelles Lernen und Verarbeitung grosser Datenmengen) ständig neue Anwendungsfelder erobern, gerade auch bei den Dienstleistungen. Es ist daher unerlässlich, die Beobachtung und Messung von Innovationen bei Dienstleistungen zu verbessern. Dies soll dazu beitragen zu verstehen, was in diesem Sektor effektiv geschieht, ob und wie den Herausforderungen der Digitalisierung begegnet wird und ob positive Effekte wie eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit oder Wachstumsimpulse für die Schweizer Wirtschaft erzielt werden.

Einleitend soll auf drei Aspekte der Dienstleistungen in der Schweizer Wirtschaft und ihrer Innovationsaktivitäten hingewiesen werden:

- Wohl sind Dienstleistungen gemessen an ihrem Anteil an der Wertschöpfung der Schweizer Wirtschaft von grosser Bedeutung. Eine Übersicht über die Branchen zeigt jedoch eine grosse Heterogenität und Diversität.
- Diese grosse Heterogenität macht jeden Versuch fast aussichtslos, ein für den gesamten Sektor gültiges Innovationsmodell zu

entwickeln oder einen Trend in der Entwicklung und Verbreitung von Dienstleistungsinnovationen zu identifizieren. Es ist jedoch zweckmässig, diese Heterogenität durch die Bildung von Gruppen von Branchen etwas zu reduzieren, um die komplexen Zusammenhänge zwischen Innovation und Produktivität in diesem Sektor besser zu verstehen. So können einige Innovationsmerkmale identifiziert werden, die trotz der grossen Heterogenität zumindest für einige Branchen des Dienstleistungssektors gewisse Gemeinsamkeiten aufweisen.

- Die Einleitung verweist letztlich auf die drei unten präsentierten Fallstudien mit ihren je spezifischen Inhalten und Herausforderungen: Knowledge Intensive (Business) Services KI(B)S, Finanzen und Gesundheitswesen. Dabei liegt der Fokus auf Eigenheiten der jeweiligen Innovationen.

3.1.1 Stellung und Bedeutung des Dienstleistungssektors in der Schweizer Wirtschaft

Der Dienstleistungssektor hat seinen Anteil an der Bruttowertschöpfung (BWS) der Schweizer Wirtschaft kontinuierlich auf 73,8 % im Jahr 2017 (1995: 68,4 %) erhöht. Der Wert liegt über dem OECD-Durchschnitt von 70,4 % (OECD, 2017). Diese Wertschöpfung verteilt sich auf ganz unterschiedliche Branchen.

Das Aggregat «Dienstleistungssektor» ist sehr breit gefächert und umfasst jede Tätigkeit, die zu einer Leistung führt, die kein physi-

Tabelle C 3.1: Anteil Bruttowertschöpfung 1995 und 2017 in % nach Branchen

Wirtschaftssektor	Anteil Bruttowertschöpfung in %	
	1995	2017
Landwirtschaft, Bergbau	1,6	0,8
Industrie	30,0	25,4
Dienstleistungen	68,4	73,8
Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	13,6	14,7
Verkehr, Lagerei, Information und Kommunikation	8,6	8,4
Gastgewerbe und Beherbergung	2,0	1,7
Finanzdienstleistungen	5,0	4,8
Versicherungen	4,1	4,5
Grundstücks- und Wohnungswesen, Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen, technischen und sonstigen Dienstleistungen	15,3	17,9
Öffentliche Verwaltung	10,8	10,7
Erziehung und Unterricht	0,7	0,6
Gesundheits- und Sozialwesen	5,7	8,2
Kunst, Unterhaltung, Erholung und sonstige Dienstleistungen	2,2	2,0
Private Haushalte als Arbeitgeber und Hersteller von Waren für den Eigenbedarf	0,4	0,4
Total	100	100

Quelle: BFS

ches Objekt ist. Die Übertragung eines Telefonats, die Prozessführung eines Anwalts und die Durchführung eines Kurses sind «Dienstleistungen», haben ihren Marktpreis und werden von den Verbrauchern geschätzt. Die immaterielle, nicht greifbare Eigenschaft dieser Leistungen ist das prägende gemeinsame Merkmal aller Dienstleistungen.

Die grosse Heterogenität spiegelt sich im sehr ungleichen Beitrag der verschiedenen Dienstleistungsbranchen zum Wachstum der Arbeitsproduktivität wider. So haben von 1998 bis 2015 Versicherungen (+0,18 Prozentpunkte) oder Grosshandel (+0,32 Prozentpunkte) dazu im Durchschnitt pro Jahr einen grösseren Beitrag geleistet, während andere Arten von Dienstleistungen wie Gesundheit (+0,03 Prozentpunkte), IT (-0,04 Prozentpunkte) oder Recht, Buchhaltung und Ingenieurwesen (-0,06) einen geringeren, ja zum Teil sogar einen negativen Beitrag ausweisen.¹

Es ist daher nicht zweckmässig zu versuchen, ein für alle Dienstleistungsaktivitäten gemeinsames Innovationsmuster zu ermitteln. Unterschiede und Veränderungen in den Bedingungen, Quellen und Verfahren der Innovationen bei einzelnen Dienstleistungen sind zu gross.

3.1.2 Markt- versus nicht marktbestimmte Dienstleistungen

Es ist jedoch möglich, die Heterogenität etwas zu verringern, indem Dienstleistungen nach der für sie relevanten Rolle und Bedeutung des Marktes unterteilt werden. So können Dienstleistungen danach unterschieden werden, ob sie, wie beispielsweise wissensintensive Dienste mit kommerziellem Charakter (Knowledge Intensive Business Services, KIBS), durch den Markt und Wettbewerb bestimmt werden oder ob sie Marktkräften nicht oder kaum ausgesetzt, dafür aber stark reguliert sind, etwa in den Bereichen Gesundheitswesen oder Bildung. Beide Gruppen weisen je spezifische Entwicklungsmuster auf. Eine solche Kategorisierung kann helfen, die komplexen Beziehungen zwischen Innovation und Produktivität innerhalb des Dienstleistungssektors und ihre Entwicklung über die Zeit zu verstehen.

Ab Mitte der 1990er Jahre wurden verschiedene Branchen des Dienstleistungsbereichs aufgrund wirtschaftspolitischer Entscheide stärker dem Wettbewerb und Marktkräften ausgesetzt. Aufgrund dieser Massnahmen hat ihre Entwicklungsdynamik deutlich zugenommen. Ihr Produktivitätswachstum begann, sich den bisher führenden Branchen der Volkswirtschaft anzugleichen. Beispiel dafür sind die Telekommunikationsdienste. Die Zusammensetzung ihrer Inputs hat sich dramatisch geändert. Der Einsatz von neuen Technologien nahm im Vergleich zum Einsatz menschlicher Arbeit massiv zu. Diese relative Zunahme war der wichtigste Treiber für den Wandel des Telekommunikationsbereichs in Richtung eines dynamischen Teils der Wirtschaft. Auch die meisten KIBS haben

sich diesem Trend angeschlossen. Allerdings machen es Probleme mit der Messung der Arbeitsproduktivität schwierig, das für die markt- und wettbewerbsorientierten Dienstleistungen erwartete hohe Produktivitätswachstum wirklich zu beobachten. Andererseits wiesen die nicht marktbestimmten Dienste ein Produktivitätswachstum von beinahe Null aus und trugen damit negativ zum durchschnittlichen Produktivitätswachstum der Volkswirtschaft bei (z.B. im Bereich Gesundheit).

In dieser Studie werden zwei durch Markt und Wettbewerb bestimmte Branchen (KIBS und Finanzen) und eine, die teilweise davon ausgenommen ist (Gesundheitswesen), im Hinblick auf Innovation und Strukturwandel untersucht. Während alle drei Branchen intensive Innovationsaktivitäten und bedeutende strukturelle Veränderungen aufweisen, bleibt der Konflikt zwischen dem Nachweis ihrer Innovationstätigkeit und der «Produktivitätslücke» beträchtlich. Die tiefere Erforschung der Grundlagen eines solchen Puzzles (hohe Innovationstätigkeit bei tiefer Produktivität) geht jedoch weit über den Rahmen dieser Studie hinaus, die sich im Wesentlichen auf die Innovationsaktivitäten konzentriert.

3.1.3 Quellen und Verfahren der Innovation bei Dienstleistungen

Trotz der grossen Heterogenität der Dienstleistungen können einige, wenn auch wenige Merkmale der Innovationsaktivitäten identifiziert werden, die von den meisten Dienstleistungen geteilt werden. Solche Merkmale sind:

- Die untergeordnete Rolle von Forschung und Entwicklung (F&E) als Innovationsquelle. In vielen Dienstleistungsbranchen wird F&E nicht als Erarbeitung neuer praktischer Lösungen angesehen, sondern stellt dem Dienstleister lediglich neue Instrumente zur Verfügung.
- Für die allermeisten Dienstleister kommt dem Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) eine entscheidende Bedeutung zu. Da in der Vergangenheit die Möglichkeit der Steigerung des Produktivitätswachstums durch vermehrten Kapitaleinsatz in den Dienstleistungen im Vergleich zur Industrie weniger stark gegeben war, spielt IKT heute in den Dienstleistungsbranchen eine ungleich wichtigere Rolle. Die Realisierung damit verbundener Chancen hängt jedoch wesentlich von einigen erfolgsbestimmenden Faktoren ab, so zum Beispiel von der Komplementarität von IKT und den spezifischen Prozessen in einer bestimmten Dienstleistungsbranche. Massgebend ist die Entwicklung und Anpassung einer Reihe von immateriellen Gütern (wie etwa Humankapital, Organisationsstrukturen und Geschäftsmodelle), die erforderlich sind, um das Produktivitätspotenzial der IKT voll auszuschöpfen.
- Innovationen bei Dienstleistungen beinhalten zu einem grossen Teil neue Geschäftsmodelle und sind meist auf Neuerungen bei Organisationen und Prozessen fokussiert.
- Die Nachfrageseite und damit die Nutzer der Innovationen nehmen bei deren Entwicklung und Umsetzung eine immer wichtigere Rolle ein.

¹ Siehe OECD 2017, Figure 1.6, Contribution to productivity growth by sector, within-sector contribution to average growth per annum 1998 bis 2015, S. 73. Stat Link: <http://dx.doi.org/10.1787/888933621196>.

Diese Liste ist kurz, da, wie erwähnt, die Unterschiede bei den Innovationsverfahren zwischen den einzelnen Dienstleistungen gross sind. Aus diesem Grund sind sektorale Fallstudien wichtig, um die spezifischen Innovationsmuster innerhalb bestimmter Aktivitäten wie KIBS, Finanzdienstleistungen oder Dienstleistungen im Gesundheitswesen erfassen zu können. In künftigen Arbeiten bleibt zu untersuchen, inwieweit die neue Welle des technologischen Wandels – insbesondere die Anwendung künstlicher Intelligenz und Auswertung grosser Datenmengen – tiefgreifende Veränderungen betreffend Innovationsprozessen, ihren Quellen, Verfahren und Auswirkungen in den hier untersuchten Dienstleistungsbereichen bewirken wird.

3.1.4 Drei Fallstudien – drei Schwerpunkte

Um Innovationsmuster in spezifischen Dienstleistungsbereichen aufzuzeigen und zu verstehen, bilden drei Fallstudien den Kern der folgenden Ausführungen. Jede von ihnen hat einen bestimmten Schwerpunkt.

Die Fallstudie über wissensbasierte, kommerzielle Dienstleistungen (KIS) fragt nach den typischen Eigenschaften ihrer Innovationen und wie sich diese vom Muster herkömmlicher Innovationen in der Industrie unterscheiden. Davon ausgehend interessiert die KIS-spezifische Rolle als Vermittler und Motor im Innovationsprozess der Wirtschaft. Die Analyse und Beurteilung von Stand und Entwicklung der Innovationsneigung von KIS sowie ihrer Leistungen im internationalen Vergleich erlauben Schlussfolgerungen zu ihrem Beitrag zur technologischen Leistungsfähigkeit der Schweiz. Die Erfassung aktueller Trends und disruptiver Entwicklungen im Zusammenhang mit KIS soll dazu beitragen, ihr Potenzial abzuschätzen.

Am Beispiel der aktuellen und sich abzeichnenden weiteren Digitalisierung im Finanzbereich soll das Innovationsverhalten der Schweizer Banken erfasst und beurteilt werden. Dabei werden typische Innovationsmuster insbesondere im Zusammenhang mit neuen Geschäftsmodellen identifiziert und wird die Schweiz im internationalen Vergleich positioniert. Ein Fokus liegt auf Faktoren, die für den Innovationserfolg der Schweizer Banken eine besondere Rolle spielen und zum Aufbau und zur Entwicklung eines FinTech-Ökosystems beitragen. Mit dazu gehört auch die Rolle, die die Regulation des Gesetzgebers und die FINMA als Aufsichtsbehörde für die Innovationsneigung der Banken spielen. Sind die Schweizer Banken innovativ genug, um im internationalen Digitalisierungswettbewerb zu bestehen? Wie verhalten sie sich im strukturellen Wandel und in der neuen Wettbewerbssituation aufgrund der durch die Digitalisierung ermöglichten Quereinsteiger aus dem IT-Sektor?

Die Fallstudie im Bereich Gesundheit legt einen besonderen Schwerpunkt auf den Einsatz der neuen Generation digitaler Technologien (im Wesentlichen maschinelles Lernen und Analyse grosser Datenmengen) zur Verbesserung der Prozesse der Bereitstellung und Erbringung sowie Koordination von Gesundheitsdienstleistungen. Ein solcher Fokus hat eine offensichtliche Motivation:

Einige Studien prognostizieren ein sehr grosses Potenzial für die Auswirkungen dieser disruptiven Innovationen auf die Produktivität im Gesundheitswesen. Allerdings sind die Bedingungen zur Realisierung dieses Potenzials sehr anspruchsvoll. Sie verlangen Kapazitäten zur Erweiterung des grundlegenden Wissens in der Datenwissenschaft, das auf Gesundheitsprobleme angewandt wird. Notwendig ist weiter die Fähigkeit der wichtigsten Gesundheitseinrichtungen, ihrer Organisationen und Akteure, digitale Lösungen so umzusetzen, dass die betriebliche Effizienz und die Qualität der Gesundheitsversorgung verbessert werden. Dabei wird die Modernisierung der Technologieinfrastruktur ein kritischer, aber nicht der einzige Faktor sein. Weiterbildung, Kompetenzaufbau, das Reengineering vieler Prozesse sowie die Einbeziehung aller Beteiligten (vom Arzt bis zum Patienten) in eine neue Kultur der klinischen Datenerhebung und -weitergabe sind weitere wichtige Voraussetzungen. Im Mittelpunkt der Fallstudie steht daher die einfache Frage, ob das schweizerische Gesundheitssystem bereit und in der Lage ist, die Vorteile der digitalen Revolution auszuschöpfen, und wo allenfalls Lücken bestehen.

3.2 Innovationen bei wissensintensiven Diensten²

3.2.1 Charakterisierung von KI(B)S-Unternehmen

Wissen ist sowohl für Dienstleistungen als auch für die Industrie zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor und Wachstumstreiber geworden. Erfolgreiche Unternehmen produzieren und verkaufen nicht mehr primär physische Produkte, sondern erfassen Bedürfnisse ihrer Kunden und lösen deren Probleme mit Produkten von hoher Funktionalität und Intelligenz. Dabei wird wirtschaftlich nutzbares Wissen zum wichtigsten Produktionsfaktor.

Wissensintensive Dienste (Knowledge Intensive Services, KIS) haben besondere Eigenschaften, die sie von anderen Leistungen unterscheiden. Sie werden in starkem Masse zusammen mit Kunden – seien dies Unternehmen oder Endverbraucher – interaktiv und iterativ erarbeitet, verlangen ein gemeinsames Suchen und Lernen, sind oft informeller Natur und ad hoc und hängen stark von der Expertise der Mitarbeitenden ab. Es geht um eine Ko-Kreation oder Ko-Invention im Verlaufe eines kumulativen Lernprozesses. Die erarbeiteten Lösungen sind kundenspezifisch und massgeschneidert und lassen sich nicht oder nur schlecht standardisieren und reproduzieren. Sind diese Dienste ausschliesslich auf Unternehmen ausgerichtet (B2B), dann werden sie als eine Teilmenge von KIS, als Knowledge Intensive Business Services (KIBS), bezeichnet.

Wichtige Voraussetzung für den Erfolg in diesem Prozess ist gegenseitiges Vertrauen zwischen Dienstleister und Kunden. Ihr intensiver Austausch gibt dem Dienstleister Einblick in sensibles geschäftsrelevantes Wissen des Kunden. Für diesen ist der Schutz seiner Geschäftsgeheimnisse wichtig, weshalb er Vertraulichkeit verlangt. Erfolgreiche Geschäftsbeziehungen von KIS beruhen in

² Kapitel 3.2 wurde von Prof. em. Beat Hotz-Hart (Universität Zürich) verfasst.

noch stärkerem Masse als üblich auf einem Vertrauensverhältnis zwischen Dienstleister und Kunden. Akquisition erfolgt denn auch vorwiegend über informelle Netzwerke und persönliche Kontakte.

KIS können institutionell anhand der Branchengruppe «moderne Dienstleister» erfasst werden. Dies sind Banken und Versicherungen sowie Unternehmen in den Bereichen Informationstechnologie, Medien, Telekommunikation. Dazu kommen Anbieter von technischen (inkl. F&E) und nichttechnischen unternehmensnahen Dienstleistungen³ (Spescha & Wörter, 2018).

3.2.2 Wissensintensive Dienste und Innovation

KIS verknüpfen Problemstellungen des Kunden mit dem an anderer Stelle oder in anderen Bereichen der Wirtschaft und an Hochschulen vorhandenen Wissen. Damit stärken sie die Absorptionsfähigkeit ihrer Kunden für Neuerungen, fördern den Wissens- und Technologietransfer und unterstützen die technologische Entwicklung und den Innovationsprozess allgemein.

KIS-Unternehmen sind aber nicht nur passive Vermittler von Wissen. Sie können auch aktive Innovationsgeneratoren sein, sei dies als Quellen für Innovationen, als Initianten von Wissenstransfer und -verbreitung oder als Innovationsförderer. Damit gehören sie zur Wissensinfrastruktur der Wirtschaft, sind wesentlicher Bestandteil des nationalen Innovationssystems und tragen zur Wettbewerbsfähigkeit einer wissensintensiven Volkswirtschaft bei.

Ein eigenständiger Innovationsbeitrag verlangt von KIS-Unternehmen aber auch Aufarbeitung, Erwerb und Entwicklung von eigenem problemspezifischen Wissen und damit einen eigenen Lernprozess. In der Regel verfügen KIS-Unternehmen über keine Forschungs- und Entwicklungsabteilung. Vielmehr entwickeln sie Innovationen im Rahmen spezifischer Projekte und Problemlösungen für und mit ihren Kunden, am besten zu charakterisieren als «Learning by Doing». Als lernende Organisation entwickeln und passen erfolgreiche KIS-Unternehmen ihr Fachwissen und ihre Expertise massgeschneidert den Bedürfnissen ihrer Kunden und der gemeinsamen Problemstellung an. Dabei sind initiative, eigenverantwortliche und kommunikationsfähige Mitarbeitende mit eigenem fachlichen Netzwerk und entsprechende Teams ihre fast einzigen und damit zentralen Leistungsfaktoren.

Grosse volkswirtschaftliche Bedeutung wissensintensiver Dienste

Die Schweiz verfügt über eine bedeutende Anzahl an KIS-Unternehmen. Ihr Anteil an der Gesamtbeschäftigung ist von 2008 bis 2018 stetig gestiegen und erreichte 2018 einen im internationalen Vergleich hohen Wert von 46,4 %, allerdings hinter Schweden (53,8 %), UK (49,7 %) oder Dänemark (47,8 %), jedoch deutlich vor Deutschland (40,7 %) (Eurostat, 2019).⁴

³ Dies entspricht in etwa den KIS gemäss Eurostat.

⁴ Eurostat 2019, Employment in high- and medium-high technology manufacturing sectors and knowledge-intensive service sectors: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsc00011&language=en>.

Auch war der Anteil der Wertschöpfung der KIS-Unternehmen am BIP der Schweiz 2015 mit 29 % hoch, allerdings nicht so hoch wie in den USA (33 %), Schweden (32 %) oder UK (34 %), aber höher als in Deutschland (25 %) (EFI, 2018). Den grössten Anteil an dieser Wertschöpfung leisteten Banken und Versicherungen sowie technische Dienstleister. Der hohe Anteil der wissensintensiven Branchen an der Wertschöpfung der Schweiz lässt Rückschlüsse auf ihre hohe technologische Leistungsfähigkeit zu (EFI, 2018).

2017 betrug der Anteil der KIS-Beschäftigung 46 % und der Wertschöpfungsanteil lediglich 29,2 %. Daraus ist zu schliessen, dass die durchschnittliche KIS-Arbeitsproduktivität klar unter dem Landesdurchschnitt liegt. Zudem war die Beschäftigungszunahme in den Wirtschaftszweigen der KIS der Schweiz in jüngster Zeit weit überdurchschnittlich. Da dem kein gleichwertiger Wertschöpfungszuwachs gegenüberstand, hat sich die Arbeitsproduktivität der KIS-Unternehmen seit 2007 zurückgebildet und liegt 2015 leicht unter dem Niveau von 2003. Damit hinkt diese deutlich der Entwicklung in anderen Ländern hinterher (Schiersch & Gehrke, 2018).

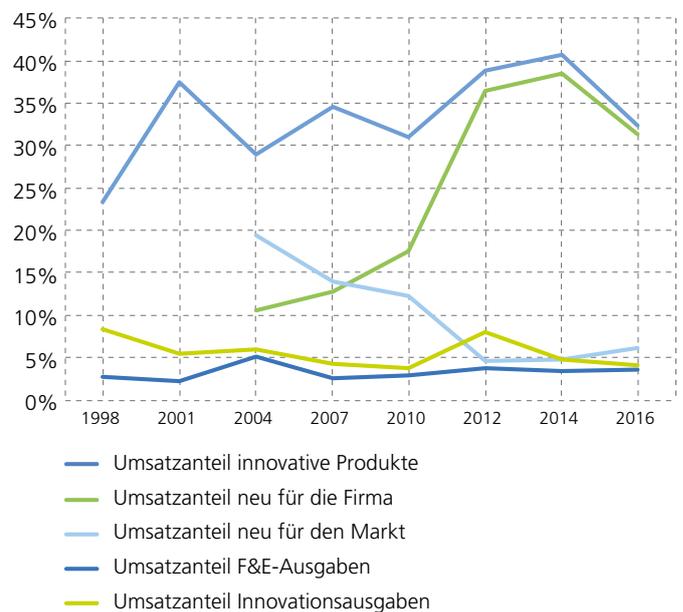
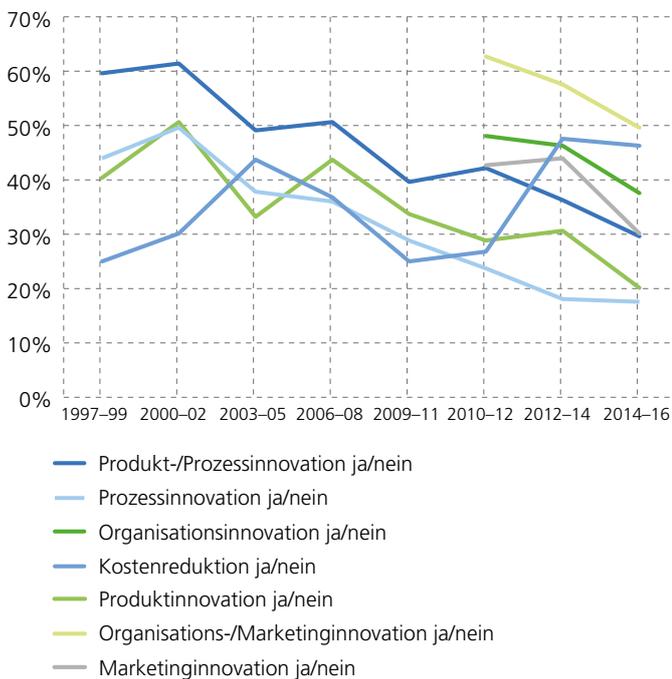
Die Bedeutung der KIS-Unternehmen für die Volkswirtschaft der Schweiz zeigt sich auch anhand der technologischen Zahlungsbilanz. Die Schweiz weist 2017 einen Importüberschuss bei «Business Services» von 44 % und bei Telekommunikation-, Computer- und Informationsdiensten von 27 % aus. Die Volkswirtschaft der Schweiz stützt ihre Leistungen trotz eines grossen Beschäftigungsanteils des KIS-Bereichs von 46 % zusätzlich auch auf Nettoimporte dieser Dienste ab. Einen traditionell hohen Exportüberschuss generieren die Finanz- und Versicherungsdienste. Allerdings hat dieser – wie auch ihr Wertschöpfungsbeitrag – seit 2008 massiv abgenommen.

Innovationsaktivitäten bei wissensintensiven Diensten

Die Werte der KIS bei Innovationen, Umsatzanteilen innovativer Produkte und Kostenreduktionen über Innovationen für 2014 bis 2016 liegen leicht bis deutlich unter denjenigen der Gesamtwirtschaft (Spescha & Wörter, 2018). Gemäss den letzten beiden Innovationserhebungen zu den KIS waren 2012 bis 2016 Innovationen im Bereich Organisation und Marketing mit über 50 % der antwortenden Unternehmen auf einem deutlich höheren Niveau als Produkt- und Prozessinnovationen. Über die längere Zeit von 1997 bis 2016 haben bei den KIS alle Typen von Innovationsaktivitäten deutlich abgenommen. Nachdem in der Vorperiode 2012 bis 2014 die Produkt- und die Marketinginnovationen noch eine leichte Zunahme zeigten, haben in der jüngsten Periode 2014 bis 2016 fast alle Indikatoren nochmals deutlich abgenommen, am meisten die Marketinginnovationen. Gegenläufig verhielten sich die Innovationen zur Kostenreduktion, die nach der Finanzkrise stark zugenommen haben.

Der Umsatzanteil innovativer Produkte konnte sich gut halten, wenn auch nicht auf hohem Niveau. Er ist jedoch in der Periode 2014 bis 2016 deutlich gefallen. Auffällig ist, wie der Umsatzanteil von innovativen Produkten «neu für die Firma» deutlich zugenommen, derjenige «neu für den Markt» jedoch deutlich abgenommen hat. Dies weist darauf hin, dass die modernen Dienstleister der

Abbildung C 3.1: Entwicklung der Innovationsindikatoren (in % der antwortenden Unternehmen): moderne Dienstleistungen



Quelle: Spescha & Wörter, 2018

Schweiz vermehrt Follower und nicht Pioniere geworden sind. Der Umsatzanteil von Ausgaben für Innovationen und F&E ist relativ konstant tief geblieben.

Zusammenfassend zeigt sich eine Abnahme der Innovationsdynamik bei KIS-Unternehmen am Standort Schweiz verbunden mit einer Verstärkung der Innovationen zur Kostenreduktion und des Followerverhaltens. Der Beitrag der KIS-Unternehmen zur Innovations- und damit zur Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft dürfte gesunken sein. Gemäss Spescha & Wörter (2018) hat die Innovationsneigung in der Schweiz generell abgenommen.

Unterteilt nach Branchen zeigen eine hohe Innovationsneigung unter den KIS-Unternehmen vor allem solche in den Bereichen Informationstechnologie, technische und nicht technische Dienstleistungen sowie die Banken und Versicherungen.

Innovationsaktivitäten in drei KIS Branchen

Eine differenziertere Analyse der KIS konnte – aus Gründen der Repräsentanz der Erhebung – nur zu den drei Bereichen Banken und Versicherungen, technische (inklusive F&E) und nicht-technische Dienstleistungen vorgenommen werden.

– Innovationsinput: Nachdem 2012 bis 2014 von allen innovativen Unternehmen aus den technischen und nicht-technischen Diensten bis zu 20 % die Frage nach F&E-Anstrengungen mit Ja beantwortet haben, haben dies 2014 bis 2016 in beiden Kategorien deutlich weniger gemeldet. Demgegenüber haben bei Banken und Versicherungen im gleichen Periodenvergleich wesentlich mehr positiv geantwortet. Auch der Anteil für F&E-Ausgaben am Umsatz hat bei technischen Diensten massiv abgenommen,

wie auch der Umsatzanteil von Innovationsausgaben bei Banken und Versicherungen. Bei den beobachteten KIS-Unternehmen ist 2012 bis 2016 eine deutliche Reduktion des innovationsrelevanten Ressourceneinsatzes festzustellen.

– Innovationsoutput: Von den drei Branchen ist das Niveau bei allen Innovationstypen bei Banken und Versicherungen klar am höchsten. Und von den Innovationstypen ist bei allen drei Branchen das Niveau der Organisations- und Marketinginnovationen am höchsten und dasjenige der Produkt- und Prozessinnovationen klar tiefer. Der Vergleich der beiden Perioden 2012 bis 2014 und 2014 bis 2016 zeigt ein mehrheitlich negatives Bild. Bei Banken und Versicherungen haben die Produkt- und Prozessinnovationen wohl leicht zugenommen, die Organisations- und Marketinginnovationen jedoch abgenommen. Bei den technischen und nicht-technischen Dienstleistungen gingen mit einer Ausnahme alle Innovationskategorien zurück, bei Produkt- sowie Organisations- und Marketinginnovationen sogar recht deutlich. Die eher negative Tendenz der aggregierten Betrachtung wird bestätigt.

Auffällig ist die hohe Innovationsneigung der technischen und nicht-technischen Dienstleister in Bezug auf Kostenreduktion. Beim Umsatzanteil innovativer Produkte und den Produkten «neu für die Firma» ist bei allen drei Branchen jedoch eine deutliche Abnahme festzustellen.

Zusammenfassend: Sowohl auf der Input- wie auf der Output-Seite ist in fast allen erhobenen Kategorien der Innovationen der drei KIS-Branchen eine Abnahme festzustellen. Damit dürfte auch ihr Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz tendenziell abgenommen haben.

Internationale Vergleiche und Positionierung der Schweiz

Bei einem Vergleich mit wichtigen europäischen Konkurrenten für 2012 bis 2014 in einem breiten Segment der KIS schneidet die Schweiz gut bis sehr gut ab. Einzig beim Anteil der Unternehmen mit Prozessinnovationen belegt sie einen hinteren Rang (Eurostat, 2018, Community Innovation Survey, CIS). Auch bei einer breiteren Systembetrachtung durch das European Service Innovation Centre (2015) schneidet die Schweiz gut ab. Im Vergleich zu anderen Ländern liegen ihre Stärken bei den Indikatoren «Service Innovation Input», «Knowledge Development and Transfer» und «Innovation and Business Model Generation». Deutliche Schwächen weist sie bei den Indikatoren «Wider Framework Conditions» und «Collaboration and Networking» auf. Relativ tiefe Werte bei verschiedenen Arten der Zusammenarbeit von innovativen KMUs im internationalen Vergleich zeigt die Schweiz auch gemäss Eurostat für 2014 und dem EU Innovation Scoreboard 2017.⁵ Und diese Werte haben sich relativ zum EU-Durchschnitt von 2010 bis 2017 noch deutlich verschlechtert. Mag sein, dass in der Schweiz informelles Networking wichtiger ist als das von den Statistiken erfasste. Trotzdem ist dieser Befund umso kritischer zu würdigen, als die Zusammenarbeit mit Partnern und Verbände für die Unterstützung der Innovationsaktivitäten bei innovativen KMU von grosser Bedeutung sind. Demgegenüber ist der Wert für die Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Institutionen im Falle der Schweiz sehr gut.

So positiv das relativ gute Abschneiden der Schweizer KIS im Vergleich mit wichtigen europäischen Konkurrenten auch ist: Im längerfristigen Trend ist ein Abbau von Inputs und Outputs der Innovationsaktivitäten festzustellen. Während sich die Schweiz verschlechtert hat, haben sich andere Länder stetig verbessert (Arvanitis et al., 2017a), was noch deutlicher der Fall ist bei der Gegenüberstellung der Schweiz mit vergleichbaren Innovationsregionen (siehe Teil B, Kapitel 13). Bei den Innovationsaktivitäten findet eine Konvergenz mit anderen Ländern und damit ein klarer Verlust an relativer Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz statt.

3.2.3 KIBS als Treiber und Motor von Innovationen und Teil eines lernenden Systems

Verflechtungen zwischen Hochschulen, wissensintensiven Diensten und wertschöpfungsstarken Unternehmen in Industrie und Dienstleistungen sind zentral für den Erfolg eines Standortes wie der Schweiz. Dies lässt sich unter anderem anhand von Clusteranalysen insbesondere in urbanen Räumen feststellen. So ist zum Beispiel in verschiedenen Regionen Europas eine gleichzeitige Spezialisierung auf KIBS und Hoch- und Mittelhochtechnologie in der verarbeitenden Industrie zu beobachten (Corrocher & Cusmano, 2014). Ob ein anspruchsvoller produzierender Sektor die Etablierung eines starken KIBS-Sektors bewirkt, um dessen Bedürfnisse zu befriedigen, wäre genauer zu prüfen. Jedenfalls wurde empirisch nachgewiesen, dass einkommensstarke KIBS-intensive regionale Inno-

vationssysteme generell mit einer leistungsfähigen öffentlichen F&E-Infrastruktur ausgestattet sind. Wie die Studien von Backes-Gellner & Pfister 2019 und Lehnert et al. 2018 zeigen, sind mit der Gründung von Fachhochschulen Innovationen (gemessen anhand von Patenten) in den betroffenen Regionen der Schweiz gestiegen. Daraus ist zu schliessen, dass etablierte öffentliche Wissensnetzwerke einer Region, die sich typischerweise auf Hochschulen und öffentliche Forschungszentren abstützen, für private Wissensdienste ein fruchtbares Umfeld bilden.

3.2.4 Trends und disruptive Entwicklungen

Wie fast alle Unternehmen sind auch solche im Bereich KIS durch die Digitaltechnologien herausgefordert. Dabei geht es wesentlich um Kundenbindung durch intelligente Leistungsangebote, Servicebetreuung erbrachter Leistungen – allgemein um spezifizierte Interaktionen mit Kunden und Partnern. Besonders wichtig sind die unternehmenseigenen Fähigkeiten zum Lernen und zur Weiterentwicklung der eigenen Kompetenzen; kurz, die digitale Transformation der Geschäftsmodelle.

Themenkomplexe digitaler Geschäftsmodelle mit Relevanz für KIS sind beispielsweise: Problemdatenbanken mit strukturiertem Wissensmanagement bis zu intelligenten Assistentsystemen; datengestützte Smart Services für bedarfsgerechte und situationspezifische Begleitung, Coaching oder Überwachung zum Beispiel von Patienten; Cloud-Technologien und Dienste bis zum Internet der Dinge als integrierende Klammer solcher und weiterer Dienste (Greff et al., 2018).

Neu ist die verstärkt proaktive Rolle der Nachfrager – seien dies Unternehmen (B2B), aber auch Verbraucher (B2C) – bei grösserer Markttransparenz. Im Rahmen der Entwicklung der Smart Service-Welt verlieren einzelne Anbieter mit ihren fertigen Produkten und Services an Gewicht und gewinnen die Nachfrager mit ihren Bedürfnissen (Acatech, 2018). Digital aufgerüstet verlangen sie auf sie zugeschnittene Pakete von Produkten, Diensten und Kundenerlebnissen. Sie erwarten rund um die Uhr, zeitnah oder gar vorausschauend, über alle Kanäle und an jedem Ort gemäss ihrem spezifischen Bedarf bedient zu werden. Dieser Kundenfokus ist disruptiv, denn damit werden etablierte Geschäftsmodelle überholt.

Vermehrt werden auf Dienstleistungsplattformen Problemstellungen dargestellt und wird nach Lösungen gefragt. Anbieter schlagen im Wettbewerb Projekte dazu vor und können sich dafür fallweise auch zusammenschliessen (vgl. Crowd Supporting), um Geschäftsideen mit der Crowd zu realisieren. Es entsteht ein virtueller Marktplatz. Vor allem kleinen und mittleren Unternehmen bietet sich mit Plattformen eine Chance, ihre Smart Services anzubieten, mit Leistungen von Dritten zu einer Paketlösung zu kombinieren und damit an Wettbewerbsfähigkeit zu gewinnen.

Konsequenz dieser Entwicklung ist eine neue Organisation von Wertschöpfungsketten und Märkten. Disruptiv ist die Entwicklung, ja der Trend, dass sich KIS-Unternehmen grosse Wertschöpfungs-

⁵ Ein Grund dafür mag darin liegen, dass Eurostat / CIS Unternehmen mit mindestens zehn und die KOF für die Schweiz auch ganz kleine mit mindestens fünf Beschäftigten erfasst.

anteile selber aneignen, einen ganzen Geschäftsbereich des ursprünglichen Kunden übernehmen bis zum Extrem, dass sie diese Kunden aus dem Markt drängen. Ansätze zu solch disruptivem Potenzial sind vor allem im Zusammenhang mit den Strategien grosser IT-Unternehmen zu beobachten. Firmen aus den USA und China wie Microsoft, Apple, Google, Amazon, Alibaba, Baidu oder Tencent dringen mit personalisierten Diensten in immer mehr Branchen vor. Ihr einzigartiger Vorteil sind ihre Kundendaten und Kundenprofile, die sie aufgrund der laufenden und wiederholten Interaktionen weltweit gewonnen haben. Mit dieser Entwicklung verbindet sich eine radikal neue Verteilung von Wertschöpfung unter den Marktteilnehmern. Höchst umkämpft ist, wer die digital transformierten Geschäftsmodelle kontrollieren und davon wirtschaftlich am meisten profitieren kann.

3.3 Innovationsverhalten der Banken am Beispiel FinTech⁶

Zurzeit sind auf dem Bankenplatz Schweiz rund 300 Banken und Effekthändler aktiv. Knapp 260 Institute – also 85 % – sind Klein- und Kleinstbanken. Neben der Vielzahl von Kantonal- und Regionalbanken, Privatbanken und Filialen ausländischer Banken sind die beiden Grossbanken UBS und CS als Global Players präsent. Zusätzlich kommen in jüngerer Zeit je nach Geschäftsbereich FinTech-Start-ups dazu. Von letzteren gibt es 2019 (Februar) bereits 316.⁷ Diese grosse Diversität hat viele Vorteile, so eine hohe Verfügbarkeit von professionellen Bankdienstleistungen, grosse Kundennähe, die Erfüllung der unterschiedlichsten Kundenbedürfnisse sowie gute Kenntnisse regionaler Gegebenheiten. Den regulatorischen Rahmen dazu bildet das Finanzmarktrecht; die FINMA ist für die Aufsicht zuständig.

Durch den Wegfall des Bank- und Steuergeheimnisses im grenzübergreifenden Geschäft der Vermögensverwaltung, verbunden mit der neu geltenden Informationspflicht, ist der schweizerische Bankensektor zu einer radikalen Änderung seines Geschäftsmodells gezwungen. Damit einher geht ein dramatischer Rückgang der Wertschöpfung und damit des BIP-Anteils der Finanzdienstleistungen (ohne Versicherungen) an der Gesamtwirtschaft von 8,5 % (2007) auf 4,7 % (2016). Gleichzeitig hat sich der Anteil der Bruttowertschöpfung der verschiedenen Kategorien innerhalb der Finanzdienstleistungen und der Banken von 1995 bis 2016 massiv verschoben: für den Teilsektor Banken von 95,7 % auf 76,9 % gegenüber den mit «Finanzdienstleistungen verbundenen Tätigkeiten ohne Versicherungen»⁸ von 4,3 % auf 23,1 %. Neue Typen von Finanzdienstleistern gewinnen massiv an Bedeutung.

⁶ Kapitel 3.3 wurde von Prof. em. Beat Hotz-Hart (Universität Zürich) verfasst.

⁷ www.swissfinancestartups.com

⁸ Diese Abteilung umfasst die Erbringung von Dienstleistungen, die in engem Zusammenhang mit den Kreditinstituten stehen, ohne diese jedoch einzuschliessen. Dazu gehört u.a. die Bereitstellung physischer und elektronischer Marktplätze, um den Handel mit Finanzprodukten zu erleichtern (Grossteil NOGA 66). Innerhalb des Teilsektors Banken sank der Anteil der Grossbanken von 47,4 % auf 27,2 %, während «andere Banken» (ausländisch beherrschte Banken und Börsenbanken) ihren Anteil von 28,9 % auf 37,9 % steigern konnten.

Unter dem Begriff Finanztechnologie, FinTech wird hier ein breites Spektrum ganz unterschiedlicher durch Digitalisierung ermöglichter Innovationen im Finanzsektor verstanden. Dazu gehören unter anderem Big Data Analytics, Regulationstechnologie, Personal Finance Management, automatisiertes Investment- und Asset Management, Crowdfunding, Smart Contracts und Cyber Security. Die technologische Entwicklung in diesen Bereichen, verbunden mit vielfältigen neuen Anwendungsmöglichkeiten, ist ein wesentlicher Treiber von Innovationen im Finanzsektor.

Einerseits haben die etablierten Banken begonnen, diese neuen Entwicklungen aufzunehmen. Andererseits haben kreative Persönlichkeiten und Teams die damit verbundenen Möglichkeiten ergriffen und FinTech-Start-ups gegründet. Entstanden ist ein lebendiger und dynamischer Start-up Sektor, ein eigentliches FinTech-Biotop am Standort Schweiz.

3.3.1 Innovationsverhalten der Schweizer Banken

a. Innovationsneigung betreffend Digitalisierung

Haupttreiber für eine digitale Strategie von Banken ist weltweit – gemäss der GFT-Umfrage 2017 in acht Ländern bei Retail-Banken (GFT-Group, 2017) – die Erfüllung der Kundenerwartungen, gefolgt von finanziellen Aspekten in Bezug auf Umsatzsteigerungen und Senkung der Betriebskosten. Dies waren gemäss Umfrage auch die Haupttreiber in der Schweiz, obschon hier die Reduktion operativer Kosten an erster Stelle steht.

Der Befund aufgrund verschiedener, in den folgenden Abschnitten erwähnten Umfragen kann wie folgt zusammengefasst werden: Etablierte, klassische Schweizer Banken (ausgenommen Grossbanken) sind daran, FinTech allmählich zu nutzen, dies aber sehr selektiv. Primär geht es ihnen dabei um Effizienzsteigerung und Kosteneinsparungen, kaum oder nur sekundär um neue Geschäftsfelder. Betreffend FinTech-Innovationen sind Schweizer Banken in ihrer Mehrheit eher risikoscheu und reaktiv. Sie verhalten sich konservativ und zeigen eine geringe Innovationsneigung. In der Selbsteinschätzung sehen sie sich als Smart Follower. Dies setzt jedoch ein gutes hauseigenes Know-how voraus, was nicht überall vorhanden ist. Gemäss Umfrage bei den Kantonal- und Regionalbanken hatten noch 2016 nur 48 % eine Digitalisierungsstrategie, ein Jahr später jedoch bereits 78,6 % (Zern & Partner, 2017). Allerdings geben in der gleichen Umfrage 37,9 % an, dass die Digitalisierung für ihr Institut ohne Bedeutung ist. In der GFT-Umfrage geben für die Schweiz 73 % der Antwortenden an, in der Phase der Entwicklung einer digitalen Strategie zu stehen. In einem Vergleich von 2017 mit acht Ländern⁹ entlang der beiden Dimensionen «Phase der Erarbeitung einer Digitalisierungsstrategie» und «Nutzung künstlicher Intelligenz» liegt die Schweiz zusammen mit Deutschland klar an letzter Stelle (GTF-Group, 2017).

⁹ Schweiz, UK, USA, Spanien, Brasilien, Mexiko, Deutschland und Italien.

Die Studie des Swiss Finance Institute (SFI) kommt für 2018 zu einem etwas positiveren Schluss: Schweizer Banken würden in der Strategie-Dimension sogar vor ihren europäischen Mitbewerbern liegen. Rückstand und demnach viel Potenzial für Verbesserungen sieht die Studie in der Onlinefähigkeit von Bankprodukten, im Digitalisierungsgrad der Prozesse wie auch bei agilen Organisationsformen und digitalen Leadern. Die beobachtete abwartende Haltung biete auch Vorteile, etwa die Möglichkeit, von den Fehlern der anderen zu lernen. Allerdings ist zentral, den richtigen Zeitpunkt für die Implementierung zu finden, das heisst, man kann zu spät sein (sfi & zeb, 2019).

Nach Technologien sehen Banken auf dem Finanzplatz Zürich in Big Data Analytics die künftig grösste Anwendungsrelevanz und weiter bei Personal Finance Management und Robo Advisor (Kanton Zürich / BAK, 2016); nach Geschäftsbereichen sind es in erster Linie der Zahlungsverkehr und das Retail Banking. Aus Sicht der Geschäftspolitik sind innovative digitale Lösungen in diesen Bereichen oft komplementär zu anderen Bereichen. Sie sollen wesentlich zur Kundenbindung und Imagepflege beitragen und Anschlussgeschäfte ermöglichen.

b. Typische Innovationsmuster

Am Standort Schweiz bestehen Grenzen für den nachhaltigen und längerfristigen Erfolg von FinTech-Innovationen durch die bereits über 300 FinTech-Start-ups oder eine etablierte Bank im Alleingang. Ausser den Grossbanken wird kaum ein Schweizer Finanzdienstleister in der Lage sein, die Antworten auf die Herausforderungen der digitalen Transformation ganz alleine zu finden und zu realisieren. Zu den Schwierigkeiten beim Zugang zu Markt und Kunden kommen Probleme der Skalierbarkeit (Upscaling), bei digitalen Angeboten generell einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren. Diese ist aufgrund der Kleinheit und Fragmentierung des Schweizer Marktes begrenzt. Weiter sollte hausinternes spezialisiertes Know-how verfügbar sein, und es fallen substantielle Investitions- und Betriebskosten der Digitalisierung an. Kooperationen unter Banken oder von FinTech-Unternehmen mit etablierten Banken drängen sich als ein Innovationsmuster für einen Geschäftserfolg auf.

Innovation über Kooperation

Gemäss einem Bericht von PwC (2017a) hat mehr als die Hälfte der Schweizer Finanzinstitute eine Zusammenarbeit mit FinTech-Unternehmen und mehr als 80 % erwarten, dass sie ihre Partnerschaften in den nächsten drei bis fünf Jahren ausbauen werden. Beispiele sind UBS mit verschiedenen strategischen Kooperationen mit FinTech-Start-ups oder die Hypo Bank Lenzburg und ihre Tech-Plattform mit mehreren FinTech-Partnern. Ein positives Beispiel einer Kooperation bei der Digitalisierung zwischen etablierten Banken ist die Aduno-Gruppe. Sie wird von den Kantonalbanken, der Raiffeisen Gruppe, diversen Regionalbanken, der Migros Bank und der Bank Cler (ehemals Bank Coop) getragen. Ihr Geschäft umfasst das ganze Spektrum des bargeldlosen Bezahls: Payment, Consumer Finance und Data Analytics. Wichtiges Lehrbeispiel ist TWINT im Zahlungsverkehr, sieht man daran doch auch Schwierigkeiten und Rückschläge einer kooperativen Lösung. Un-

ter den Kantonalbanken ist 2018 bei der Digitalisierung keine systematische Zusammenarbeit zu erkennen (sfi & zeb, 2019). Aktuell sind auch gemeinsame Lösungsversuche durch Branchenverbände im Zuge der Digitalisierung wie durch die Schweizerische Bankiervereinigung, SBVg oder Swiss FinTech Innovations, zum Beispiel zur API Schnittstelle als Branchen-Standard für den Finanzplatz Schweiz. Gemäss der sfi & zeb-Studie zeigt sich klar, «dass die Innovationskraft von Banken stark mit ihrer Kooperationsbereitschaft korreliert». Darüber hinausgehende korporative Muster zeigen sich in der Trägerschaft und / oder im Vorgehen zum Beispiel bei FINMA¹⁰ (für die Regulation) oder SIX (für Zahlungsverkehr, Verwahrung von Wertpapieren etc.).

Faktoren, die kooperative und korporative Muster unterstützen, sind der vorhandene Bedarf und der Problemdruck. Die anderen Faktoren sind unter anderem die Kleinheit der Schweiz, die gute Vernetzung in der Branche sowie die Fähigkeit zum Konsens und Kompromiss. Solch typisch schweizerische Muster haben ein Potenzial für die Lösung weiterer Herausforderungen des Bankensektors, zum Beispiel fallweise im Backofficebereich, bei Standards für Open Banking oder beim Handel von digitalen Währungen.

Die technologiegetriebenen Geschäftsmodelle der FinTech-Unternehmen haben sich verstärkt in Richtung Lizenzgebühren und Software as a Service (SaaS) entwickelt. Sie operieren damit ausserhalb der Kerntätigkeiten einer Bank, sind keine direkten Konkurrenten, sondern eher Zulieferer innovativer Lösungen, und damit komplementär zu den etablierten Banken.

Es ist zu vermuten, dass eine Mehrheit der FinTech-Start-ups eine stabile Zusammenarbeit mit etablierten Banken suchen und einige darüber hinaus eine Bereitschaft zeigen, das aufgebaute Geschäft früher oder später bei einer guten Gelegenheit an eine etablierte Bank zu verkaufen. Die Behauptung ihrer Unabhängigkeit längerfristig mit dem Ziel, Erfolg über Umsatzwachstum zu realisieren, dürfte eher weniger verbreitet sein. Dies dürfte mit besonderen Schwierigkeiten für den Geschäftserfolg von FinTech-Start-ups in der Schweiz zusammenhängen. Dazu zählen begrenzte Vermarktungsmöglichkeiten unter anderem wegen Kleinheit des Schweizer Marktes, Schwierigkeiten der Internationalisierung und damit allgemein Grenzen der Skalierung ihrer Dienste.

Nach anfänglicher Skepsis auf Seiten etablierter Banken setzt sich ihre Zusammenarbeit mit FinTech-Start-ups immer mehr durch: FinTech-Unternehmen haben die Innovationskraft, die Banken den Kundenstamm, das Finanz-Know-how und eine Banklizenz. Damit können sie sich sehr gut ergänzen.

¹⁰ Die Kosten der FINMA werden mit Gebühren und Abgaben der Beaufsichtigten gedeckt. Dabei teilt die FINMA die Strukturkosten im Verhältnis der direkt zugeordneten Kosten auf die Aufsichtsbereiche auf. Die Gebühren werden verursachergerecht bei jedem Beaufsichtigten einzeln erhoben, vgl. FINMA-Gebühren- und Abgabenverordnung, FINMA-GebV vom 15. Oktober 2008.

Verschiedene Formen der Kooperationen bilden sich aus. Verfolgen Banken diese Geschäftspolitik konsequent weiter, so entwickeln sie sich in Richtung einer Plattform: Bank als Plattform (Bank as a Platform, BaaP). FinTech-Unternehmen arbeiten mit einem BaaP-Anbieter zusammen, um dessen Geschäftsmodell zu ergänzen: Dies können Robo-Berater, Kreditmarktplätze, (Peer to Peer-)Zahlungsanbieter, Plattformen für Festgelder oder andere Geschäftsprozesse von Start-up-Unternehmen sein, für die eine Banklizenz erforderlich ist. Dabei werden die unternehmerischen Risiken meist von den FinTech-Unternehmen getragen. Aufgrund dieser Strategie der Ausdifferenzierung von spezialisierten Diensten kommt es vermehrt zum Aufbrechen der Tiefe der Wertschöpfungskette in einer Hand. Einzelne Phasen werden von darauf spezialisierten Einheiten übernommen.

Gemäss dem bereits erwähnten GFT Banken Survey 2017 steht das Konzept der BaaP noch am Anfang. In den acht von der GFT untersuchten Ländern haben 17 % der antwortenden Banken mit der Umsetzung einer BaaP-Strategie begonnen, weitere 45 % haben ihre BaaP-Strategie definiert oder entwickeln sie derzeit. Grossbritannien und Spanien führen die BaaP-Implementierung an. In Deutschland und der Schweiz melden fast alle an der Umfrage teilnehmenden Banken, dass sie in Zukunft eine BaaP-Strategie umzusetzen gedenken. In der Schweiz geben allerdings nur 3 % «BaaP Strategie definiert, Implementation gestartet» an, gegenüber 33 % in UK oder 31 % in Spanien.

Wird die «Phase der BaaP-Strategie» mit dem Indikator «Grad der Entwicklung der digitalen Transformation» kombiniert, so sind die USA, Grossbritannien und Spanien führend. Auch sind grosse Institute in der Kombination dieser Dimensionen weiter fortgeschritten. Die antwortenden Schweizer Banken zeigen einen geringen Stand in dieser Entwicklung und liegen vor Italien an zweitletzter Stelle der acht untersuchten Länder (GFT-Group, 2017).

Innovation über in-house Entwicklungen

Neben Kooperationen sind hausinterne Entwicklungen ein typisches Innovationsmuster. Vor allem grosse, aber auch einzelne mittlere Banken machen beides – Kooperation mit FinTech-Unternehmen und hausinterne Entwicklung. Aufgrund ihrer Mittel und Kapazitäten können sie die Digitalisierungsthematik selber breit angehen und digitale Projekte realisieren. Die UBS beispielsweise beobachtet die Entwicklung von FinTech-Ideen und beurteilt sie regelmässig nach ihrem Potenzial. Bei attraktiven Fällen geht sie eine «strategische Kooperation» mit so identifizierten FinTech-Unternehmen ein, lässt sie in den meisten Fällen selbständig und sieht dies als eine Win-Win-Situation. Intern verfügt die UBS über ein weltweites Netz im FinTech- und Blockchain- und Kryptowährungsbereich mit eigenen Aktivitäten in London, Singapur (EVOLVE, UBS Centre for Design Thinking & Innovation), San Francisco und Tel Aviv. Konzernintern bestehen ein Austausch und eine Koordination zwischen diesen Einheiten und der Bankleitung. Die CS will mit ihrem Credit Suisse Lab im Silicon Valley skalierbare Lösungen für aktuelle und künftige technologische Herausforderungen der Bank finden.

Interviews im Rahmen der vorliegenden Studie mit Branchenvertretern vermitteln den Eindruck, dass Banken bei der Lancierung und Diffusion von FinTech-Neuerungen weniger systematisch vorgehen als industrielle Unternehmen. Sie verfolgen eher einen evolutiven Ansatz, also einen schrittweisen, graduellen Aufbau von neuen Diensten. Dabei beobachten sie, wie Kunden reagieren, welche Dienste sie wie oft nutzen, und sie berücksichtigen Rückmeldungen. So tasten sie sich an die Realisierung einer Neuerung heran: eine Art Versuch und Irrtum-Vorgehen. Dazu gehört – im Erfolgsfall – auch die sukzessive Übertragung einer Neuerung von einem Geschäftsbereich auf einen anderen. So war an der Finovate Spring 2018 im Silicon Valley für diese Implementierung von FinTech-Neuerungen von einem sogenannten FIRE-Innovationsprozess die Rede, welcher durch «Fast, Iterative, Responsive on Data (not Opinions) and Experiments» charakterisiert ist.

3.3.2 FinTech Innovationsökosystem Schweiz

Ob Innovationen über Kooperationen oder intern erarbeitet und umgesetzt werden: Beides setzt eine kreative und leistungsfähige FinTech-Szene, ein Innovationsökosystem voraus. Dazu gehört der Zugang zu Talenten und Fachwissen, Verfügbarkeit von Finanzmitteln, Nähe zu Kunden und damit verbundene positive Netzwerkeffekte. Dies zeigt sich in einem dynamisch-kooperativen System von Unternehmen und Kompetenzen bestehend aus FinTech-Startups, Investoren und Financiers, Dienstleistungsunternehmen wie Banken, Universitäten und kompetenten und erfahrenen Spezialisten wie Softwareentwickler, die auch Begleitfunktionen übernehmen können. Aber auch das Umfeld muss stimmen wie geeignete Regulierung, lösungsorientierte Behörden und eine innovationsfreundliche Kultur in den Unternehmen, ja in der Gesellschaft allgemein.

Aufgrund ihrer umfassenden Bestandesaufnahme des Schweizer FinTech-Markts kommt die FinTech-Studie 2018 des Instituts für Finanzdienstleistungen, IFZ der Hochschule Luzern zum Schluss, dass sich die Schweiz insbesondere im Grossraum Zürich-Zug innerhalb weniger Jahre zu einem global führenden FinTech-Zentrum, besonders für Unternehmen im Bereich Blockchain und Kryptowährungen entwickelt hat.

Eine E&Y-Studie (2016) analysiert führende FinTech-Ökosysteme der Welt mit Standorten in UK, Kalifornien, New York, Singapur, Deutschland, Australien und Hong Kong anhand von vier Dimensionen: Talente, Kapital, Politik und Regulation sowie Nachfrage. Dabei sind UK, Kalifornien und New York mit Abstand führend. Obschon die Schweiz nicht Gegenstand dieser Studie war, so fällt eine Würdigung der Position der Schweiz im Vergleich zu den dort untersuchten Standorten viel skeptischer aus als der IFZ-Bericht 2018. Erfreuliche Stärken dürften in der Schweiz in einer Frühphase der FinTech-Entwicklung effektiv vorhanden sein. In der Wachstums- / Expansions- und Reifephase von FinTech-Anwendungen ist der Platz Schweiz mit handfesten Problemen aufgrund der Kleinheit bei der Nachfrage (der Mobilisierung von Anwendern und Skalierung) konfrontiert. Kritisch sind die begrenzten Humankapitalressourcen und damit die Zahl der Talente. Die

noch offenen, in Zukunft aber zu treffenden Regulierungen sind eine Chance. Die Rentabilisierung einer FinTech-Innovation aus der Schweiz dürfte letztlich – je nach Geschäftsfeld – nur über die Fokussierung auf Nischen, über Kooperation mit Partnern, zum Beispiel ein Upscaling mit einer Grossbank, oder über eine eigenständige Internationalisierung lösbar sein. In allen angesprochenen Bereichen sind Möglichkeiten der Internationalisierung zentral.

3.3.3 Regulation und Innovation im Finanzbereich

Grundlagen des Finanzmarktrechts der Schweiz sind vorab das Bankengesetz, das Finanzmarktinfrastukturgesetz, das Versicherungsaufsichtsrecht, das künftige Finanzinstituts- und das zukünftige Finanzdienstleistungsgesetz sowie das Geldwäschereigesetz. Bei Geschäftsmodellen im FinTech-Bereich ist zentral zu prüfen, ob und in welcher Form die geplante Tätigkeit den Finanzmarktgesetzen unterliegt, zum Beispiel, ob eine bewilligungspflichtige Banktätigkeit vorliegt, wonach eine Banklizenz erforderlich ist und ob diese auch erteilt werden kann. Die FINMA führt die Bewilligungsverfahren durch und ist Aufsichtsorgan. Sie hat ein sogenanntes FinTech-Desk eingerichtet, das Unternehmen unter anderem hilft, diese Fragen zu beantworten. Gemäss ihrem strategischen Ziel «Innovation fördern» zeigt sich die FINMA sehr offen gegenüber FinTech-Innovationen und ihrer Dynamik.

Kern der Politik des Schweizer Gesetzgebers ist eine auf Prinzipien basierte, technologie- und geschäftsmodellneutrale Regulierung – im Gegensatz zur Regelbasierung. Dies bedeutet, dass für eine Qualifikation beziehungsweise Einordnung einer Dienstleistung oder eines Unternehmens innerhalb des Finanzmarktrechts das jeweilige Ergebnis entscheidend ist. Wie dieses genau erreicht wird, darüber können die Betroffenen in einem bestimmten Rahmen selber entscheiden. Sie verfügen also über einen Interpretationsspielraum. Weiter lässt der Gesetzgeber neben der ordentlichen Regulierung ausdrücklich Selbstregulierung zu. Branchenverbände wie beispielsweise die Schweizerische Bankiervereinigung (SBVg) erlassen eigene Regelwerke, die für ihre Mitglieder verbindlich sind und von der FINMA teils als Mindeststandards anerkannt werden. Damit besitzt der Finanzplatz Schweiz grosse Flexibilität und ist bei Reformen auch im Zusammenhang mit FinTech unter Umständen schneller als andere Länder.

Im Finanzsystem der Schweiz soll es möglich sein, etwas auszuprobieren und zu testen. Dafür ist der Gesetzgeber und im Rahmen ihrer Kompetenzen auch die FINMA bereit, gewisse Risiken zu nehmen respektive zuzulassen, Neuerungen am Markt reifen zu lassen und später die dabei gemachten Erfahrungen in einer Regulierung zu fassen. Als Beispiel mag hier die FinTech-Vorlage¹¹ des Bundesrats dienen, mit welcher die Frist für Abwicklungskonti erhöht sowie eine Sandbox¹² und eine separate FinTech-Lizenz ge-

schaffen wurden. Grundsätzlich wird dabei Transparenz verlangt. Der FinTech-Anwender muss letztlich aber selber entscheiden, ob er auf diese Geschäfte eingehen will. Marktkräfte und Kundenbedürfnisse sollen über Erfolg oder Misserfolg der verschiedenen Geschäftsmodelle entscheiden, nicht die regulatorischen Rahmenbedingungen.

Die FINMA hat kein Mandat zur direkten Förderung der Wettbewerbsfähigkeit oder von (FinTech-) Innovationen im Finanzbereich. Dies entspricht konsequent den Grundregeln der Ordnungspolitik der Schweiz. Viel weiter geht zum Beispiel die britische Financial Conduct Authority (FCA), die eine proaktive Promotion von FinTech verfolgt. Sie hat ein explizites Mandat zur Förderung der Wettbewerbsfähigkeit und betreibt einen Inkubator. Für Sandbox in UK können sich Kandidaten bewerben. Sie werden zum Beispiel nach dem Innovationsgehalt ihrer Vorschläge ausgewählt. Einmal angenommen, leistet die FCA Begleitung und Beratung der Projekte, bis diese in eine höhere Kategorie mit Bewilligungspflicht aufsteigen können oder abgebrochen werden. Auch die Securities and Futures Commission (SFC) in Hongkong betreibt eine Top-down-Steuerung im Sinne einer Industriepolitik. FinTech-Inkubatoren gibt es auch am Finanzplatz Schweiz. Sie werden aber von Privaten wie Banken und Versicherungen getragen und gefördert, wie der Schweizer FinTech-Inkubator und -Accelerator F10. Darüber hinaus beteiligen sich die beiden Grossbanken an ähnlichen regionalen Accelerator-Programmen weltweit, zum Beispiel in New York und London.

In der Schweiz ist die Sandbox ein bankenrechtlich unregulierter, freier Bereich mit einer Begrenzung im Volumen (bis 1 Mio. CHF), allerdings unter Einhaltung sämtlicher Regeln zur Verhinderung von Geldwäscherei und Terrorismusfinanzierung. Darin können gewisse Projekte und Geschäftsmodelle einen realen «Lebenstest» durchführen. Solche Projekte müssen der FINMA nicht gemeldet werden, weshalb sie keine Informationen hat, ob und wie viele Projekte es gibt. Projekte mit über 1 Mio. CHF können neu (seit 2019) mit einer «schlanken» FinTech-Lizenz ohne volle Banklizenz unter erleichterten regulatorischen Bedingungen Gelder bis insgesamt 100 Mio. CHF entgegennehmen. Gemäss Auskunft der FINMA sind erste Gesuche eingereicht worden, nicht nur von neuen FinTech-Unternehmen, sondern auch von etablierten Banken, das heisst, es entsteht Wettbewerb.

Zu Clouds und Auslagerungen hat die FINMA in ihrem Rundschreiben 2018 / 3 «Outsourcing – Banken und Versicherer» Kriterien für wesentliche und unwesentliche Geschäftstätigkeiten aufgeführt. Daraus geht hervor, welche Anforderungen wesentliche Auslagerungen einhalten müssen. Bestimmte Kernleistungen können nicht ausgelagert werden. Auch wenn das letztlich nicht viel ist, werden damit Grenzen gesetzt.

Das heutige Finanzmarktrecht eröffnet Chancen für FinTech-Innovationen. Allerdings bestehen auch verschiedene offene Fragen, die früher oder später eine Regulation verlangen. Dies beinhaltet das Risiko, Fehler zu machen. Offen ist z.B. die Anwendung von Blockchain: Dabei ist aufgrund der Dezentralisierung (über das Blockchain-Konzept) niemand zuständig, das heisst niemand kann

¹¹ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-67436.html>.

¹² Unter «Sandbox» versteht man einen geschützten Raum, in welchem ohne die üblichen Einschränkungen Innovationen entwickelt und getestet werden können.

haftbar gemacht werden. Das ist nicht funktional für einen geregelten Wettbewerb.¹³

Aus Sicht der FINMA ist das Hauptrisiko der Digitalisierung eine flächendeckende Nicht-Verfügbarkeit von systemrelevanten Funktionen wegen Cyberattacken, also Cyber Security. Im schlimmsten Fall könnten professionelle Cyberattacken Dienstleistungen von Finanzinstituten temporär verunmöglichen. Deshalb setzt sich die FINMA systematisch mit den Problemstellungen von Cyber Risiken bei den Beaufsichtigten auseinander. Sie hat das Konzept «Penetration Testing» erarbeitet, um über externe Probeangriffe die Abwehrdispositive der Beaufsichtigten zu prüfen. Damit sollen die Finanzinstitute ihre eigene Verwundbarkeit kennenlernen. Zudem verlangt die FINMA von den Akteuren eine Selbstbeurteilung ihrer Abwehrfähigkeit. Jedes Institut muss für sich ein funktionierendes Krisendispositiv aufbauen und unterhalten.

Die Schweiz lässt zu, dass ausländische Finanzunternehmen ohne Schweizer Präsenz Dienstleistungen für Schweizer Kunden erbringen, ohne vom Schweizer Recht erfasst zu werden, während in den meisten anderen Jurisdiktionen der Standort des Kunden und nicht des Anbieters massgeblich für die Regulierungshoheit ist. Diese Besonderheit zum Vorteil der Konkurrenz aus dem Ausland dürfte auf dem Finanzplatz Schweiz Konsequenzen im Bereich von FinTech-Innovationen und -Anwendungen haben.

3.3.4 Hemmnisse und Engpässe

Gemäss GFT-Umfrage 2017 ergab sich bei Schweizer Banken folgende Rangordnung der wichtigsten Hemmnisse bei der Digitalisierung: (1) Auswirkungen auf Sicherheit und Datenschutz; (2) Integration von neuen Technologien im IT-Altssystem; (3) Umfang der finanziellen Investitionen und Unterbrechung der Arbeitsprozesse (anders als in anderen Ländern). Das Fehlen von Fachwissen und Erfahrung, das im Durchschnitt in allen anderen Ländern an dritter Stelle lag, wurde in der Schweiz nicht besonders erwähnt (GFT-Group, 2017).

Gemäss Umfrage von Zern & Partner (2017) bei den Regional- und Kantonalbanken ist neben den technologischen Herausforderungen das «Transformationsmanagement», verbunden mit einem «Kulturwandel» und verändertem «Mindset» in der Belegschaft, von besonderer Bedeutung. Dabei sind «Mitarbeiter-Ausbildung» und «Fach- und Sozialkompetenz der Mitarbeitenden» häufige Aussagen. Nicht wenige Bankverantwortliche fragen sich auch, ob der bestehende Personalbestand überhaupt «transformationsfähig und -willig» ist; und wie das «Mindset» geändert werden kann. Ein gewichtiger Faktor ist dabei, dass das Durchschnittsalter der Bankmitarbeiter hoch, ja möglicherweise zu hoch ist, um einen zeitgemässen und vom verschärften Wettbewerb geforderten

«Digital Mindset» erwarten zu können. Verjüngung tue Not. Und gemäss SFI Studie 2018 mangelt es in den Banken vielerorts noch an digitalem Leadership. «Es fehlen profilierte und durchsetzungsstarke Köpfe, die unmittelbar mit der Digitalisierung betraut sind und die im operativen Tagesgeschäft breit akzeptiert sind.» Weiter stellt die SFI-Studie fest, dass IT- und Fachexperten nach wie vor oftmals getrennt voneinander an der Digitalisierungsthematik arbeiten. Es «findet sich derzeit keine Schweizer Bank, die sich weg vom klassischen Top-down-Organisationsmodell hin zu einer zeitgemässen Netzwerkorganisation entwickelt» (sfi & zeb, 2019).

3.3.5 Marktöffnung über Technologie und Quereinsteiger – neue Wettbewerbssituation

Der Finanzsektor gerät nicht nur oder nicht so sehr durch eigene, der Branche in der Schweiz zugehörige Finanzdienstleister in Bedrängnis, sondern zunehmend durch technologiebasierte Unternehmen, die sich digital und mit grosser Dynamik in den Markt für leicht zu standardisierende Finanzprodukte und -dienste drängen, um Kunden und Marktanteile zu gewinnen.

Lange Zeit blieb der Markt Schweiz für Finanzdienstleistungen gegenüber dem Ausland geschützt, weil er klein, sprachlich fragmentiert, hoch und spezifisch reguliert ist und demnach die zu erwartenden Erträge gering sind. Dies dürfte immer weniger der Fall sein. Früher war eine physische Präsenz vor Ort verbunden mit entsprechenden Kosten wichtig. Heute kann der Markt Schweiz digital von überall her erreicht und bearbeitet werden. Die Digitalisierung öffnet die Märkte und lässt Grenzen überspringen. Grosse IT-Konzerne wie Google, Amazon, Microsoft oder Apple sind alle auf dem Markt Schweiz präsent. Sie verfügen über regelmässige Kundenkontakte, Kundendaten und damit verbunden über Kundenprofile. Dies ist für Finanzdienstleistungen ein wichtiger wettbewerbsrelevanter Vorteil, den sie nutzen können.

Neue Möglichkeiten eröffnen börsenähnliche Auktionsplattformen, die alle Marktteilnehmer miteinander verbinden. Ein Beispiel ist Credit Exchange, eine Plattform für Hypotheken. Darauf treffen sich Hausbesitzer oder -käufer, die ihre individuellen Anfragen für Hypotheken starten können, mit Vertriebspartnern, die für sie über die Plattform direkt und transparent Angebote von Hypothekgebern wie Banken, Versicherungen und Pensionskassen zusammenstellen und prüfen. Die Kreditgeber erhalten damit Zugang zu einem grossen Netz an Vertriebspartnern und können so in kleine und bisher unerschlossene Märkte vordringen. Verschiedentlich wird ein solches Zusammenspiel als Finanz-Ökosystem bezeichnet.

Operationen mit und über Cloud-Dienstleistungen können die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Banken, ja des Bankensektors insgesamt verbessern. Eine Cloud verspricht tiefere Kosten durch Effizienzsteigerung und mehr Flexibilität. Banken sind in einer Cloud nicht durch Legacy IT-Systeme belastet, also durch etablierte, historisch gewachsene Anwendungen der Informatik, und deshalb agiler als etablierte Banken. Die Cloud erlaubt ihnen jederzeit, auf zusätzliche Computer-, Memory- und Storage-Kapazitäten zu

¹³ Vgl. dazu den Distributed Ledger Technologie (DLT)-Bericht, Bundesrat (2018b), der diese Thematik im Detail analysiert und Vorschläge für gezielte Gesetzesänderungen macht, sowie die Unterlagen zur Vernehmlassung zur Anpassung des Bundesrechts an Entwicklungen der Technik verteilter elektronischer Register vom 22.03.2019 (EFD 2019).

greifen oder in Sekundenschnelle Test- und Entwicklungsumgebungen bereitstellen zu können. Innovative Applikationen können schneller und flexibler getestet und umgesetzt werden. Dies kann gerade kleineren Banken Vorteile bringen. Über Partnerschaften mit Clouds werden ein innovatives Ökosystem auf- oder ausgebaut und dadurch Wertschöpfungsketten neugestaltet.

Es entstehen neue Wettbewerbssituationen: Nicht-Banken wie Amazon, Google oder Apple als Quereinsteiger und FinTech-Startups sind Konkurrenten, die die Finanzdienstleistungsbranche herausfordern und erneuern. Wohl sind etablierte Banken im Vorteil aufgrund ihrer traditionellen Stärken wie vorhandener Kundentamm, grosse Finanzkompetenzen, Diskretion und Sicherheit. Der Druck zum Strukturwandel aufgrund des Einsatzes und der Verbreitung von Digitaltechnologien ist aber auch für etablierte Banken deutlich gestiegen. Gemäss Bankenbarometer 2018 von E&Y steigt bei den Banken das Bewusstsein darüber, dass branchenfremde Konkurrenten ihre Marktstellung bedrohen und damit den Wettbewerbsdruck auf ihre traditionellen Geschäftsmodelle erhöhen. Die Mehrheit ist unsicher bezüglich des Strukturwandels, sieht wachsende Gefahren, aber kaum Chancen. Dem ist entgegenzuhalten: Für eine erfolgreiche Zukunft des Schweizer Bankensystems bieten Innovationen über Digitalisierung, die über einzelne Banken und ihre Geschäfte hinausgehen und das ganze System in Richtung digitales Swiss Banking entwickeln, eine grosse Chance.

3.4 Künstliche Intelligenz und Big Data im Schweizer Gesundheitswesen¹⁴

Innovation im Gesundheitswesen ist ein schwieriges Thema für eine empirische Analyse, weil die grundlegenden Aufgaben der Beobachtung und Messung nicht einfach durchzuführen sind. Die üblichen Innovationsindikatoren (F&E, Patente und wissenschaftliche Veröffentlichungen) vermögen einen grossen Teil der Innovation auf diesem Gebiet kaum zu erfassen. Aus diesem Grund ist die Innovation im Gesundheitswesen ein weitgehend unbekanntes Terrain: Es gibt nur wenige Untersuchungen (eine interessante Ausnahme ist die Schweizer Untersuchung, siehe Arvanitis & Seliger, 2011), und unser bescheidenes Wissen über dieses Thema basiert hauptsächlich auf Fallstudien und qualitativen Interviews. In diesem Kapitel wird versucht, zum Thema Innovation im Gesundheitswesen einen systematischeren Ansatz zu verfolgen. Dieser ist jedoch enger fokussiert und konzentriert sich auf die im Schweizer Gesundheitswesen entwickelten und eingeführten (durch künstliche Intelligenz und Big Data angetriebenen) digitalen Innovationen.

3.4.1 Allgemeiner Rahmen für Gesundheitsausgaben, Produktivität und Innovation

Das Gesundheitswesen ist ein wichtiger Sektor der Schweizer Volkswirtschaft (12,3 % des BIP, OECD, 2017). Es zeichnet sich durch

solide Ergebnisse in Sachen Verbesserung des Gesundheitszustands und Lebenserwartung aus. Allerdings steigen auch die Gesundheitskosten markant (stärker als in anderen europäischen Ländern).

Diese Entwicklung ist sowohl auf demografische als auch andere Faktoren zurückzuführen. Bei Letzteren handelt es sich vor allem um den stärkeren Anstieg der Nominallöhne gegenüber der Produktivität (die sogenannte baumolsche Kostenkrankheit).¹⁵ Szenarien über die zukünftige Entwicklung der Gesamtausgaben des Schweizer Gesundheitswesens rechnen mit einem Auseinanderklaffen zwischen Nominallöhnen und Produktivität als wesentlichem Faktor beim Anstieg der Gesundheitsausgaben.¹⁶ Eine offensichtliche Lösung des Ausgabenproblems besteht darin, diese Schere durch Produktivitätssteigerungen ein wenig zu schliessen. Die Ökonomen sind sich ausserdem einig, dass ein solches Produktivitätswachstum über die Innovation erzielt werden sollte, was die zentrale Bedeutung der Innovation im Gesundheitswesen erklärt.¹⁷

Stagnierend, aber nicht technologisch träge

Die interessanteste empirische Beobachtung des Verhältnisses zwischen Produktivität und Innovation im Gesundheitswesen im Zeitraum von 1990 bis 2010 ist, dass dieser Bereich nicht zwangsläufig technologisch träge ist. Obwohl dieser Sektor ein Produktivitätswachstum von beinahe Null aufweist, war er sehr aktiv und erlebte im Laufe der Zeit bedeutende technologische Veränderungen. Bei einigen Indikatoren (durchschnittliche Qualifikationen, durchschnittliche Schulbildung, Anteil der Wissensarbeiter, Investitionen in den Bereich Büro, EDV und Buchhaltung sowie Alter des Kapitals) war dieser Sektor mindestens so technologisch aktiv wie beispielsweise die Hersteller von Waren oder die Erbringer fortschrittlicher Dienstleistungen.

Dennoch bleibt die Frage, ob das schlechtere Abschneiden bei der Produktivität damit zu tun hat, dass:

- Input und Output zunehmend schwieriger zu messen sind und das Produktivitätswachstum systematisch unterbewertet wird;
- die Nutzung des IKT-Produktivitätspotenzials grössere Änderungen bezüglich Organisation und Personalzusammensetzung erfordert, die Zeit brauchen und mit hohen Anpassungskosten

¹⁵ Produktivität ist nur schwer messbar, und für den Gesundheitssektor gilt dies vielleicht ganz besonders (siehe beispielsweise Morger et al., 2018). Diese Schwierigkeiten sprechen allerdings nicht gegen den Konsens unter den Wirtschaftswissenschaftlern, dass das Schweizer Gesundheitswesen an einem Produktivitätsdefizit leidet und die Arbeitsproduktivität in diesem Sektor dringend gesteigert werden muss (Brändle & Colombier, op. cit., Morger et al., op. cit.). Siehe auch die jüngsten Erhebungen und Analysen zu den Schweizer Spitälern (pwc, 2017b, 2018).

¹⁶ Brändle & Colombier (2017a und b) beschreiben die zukünftigen Trends bei den Gesamtausgaben des Schweizer Gesundheitswesens. Sie haben verschiedene Szenarien entworfen, unter anderem das sogenannte Baumol-Szenario, bei dem das Produktivitätswachstum im Gesundheitswesen um 40 % tiefer ausfällt als in der Gesamtwirtschaft, und das «erweiterte Baumol-Szenario» mit einer Produktivitätslücke von rund 60 %. In beiden Fällen ist ein Auseinanderklaffen zwischen Nominallöhnen und Produktivität als wesentlicher Faktor beim Anstieg der Gesundheitsausgaben festzustellen.

¹⁷ Der Begriff der baumolschen Kostenkrankheit zur Beschreibung der wirtschaftlichen Mechanismen des Gesundheitswesens schliesst hier die biomedizinische und pharmazeutische Industrie (die ein konstant hohes Produktivitätswachstum aufweisen) nicht ein.

¹⁴ Kapitel 3.4 wurde von Prof. Dominique Foray (Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne) verfasst.

sowie Umsetzungs- und Umstrukturierungsverzögerungen verbunden sind;

- die Anbieter von Gesundheitsdienstleistungen die neuen Technologien auch für anderes als für Produktivitätssteigerungen einsetzen können. Sie können insbesondere die Informationstechnologie nutzen, um ihre Produkte zu differenzieren und zu personalisieren, statt die Produktivität zu erhöhen.

Diese drei Gründe vermögen zwar den Widerspruch zwischen zwei Arten von Evidenz teilweise zu erklären, aber aufgrund ihrer grossen wirtschaftlichen Bedeutung müssen noch zwei weitere Faktoren berücksichtigt werden.

3.4.2 Besondere wirtschaftliche Bedeutung der baumolschen Kostenkrankheit im Gesundheitswesen

Die baumolsche Kostenkrankheit hat im Gesundheitswesen (ebenso wie in der Bildung und in ein paar weiteren Sektoren) eine besondere wirtschaftliche Bedeutung. Während viele Dienstleistungssektoren langsam zum progressiven Teil der Wirtschaft tendieren, in dem der technologische Wandel und die IT-Kapitalakkumulation zusammen zu einem Anstieg der Leistung pro Arbeitsstunde führen, hinken einige Sektoren wie das Gesundheitswesen hinterher. Warum? Die Ursache hängt mit dem Status der menschlichen Arbeitskraft bei der Herstellung von Waren beziehungsweise der Erbringung von Dienstleistungen zusammen. In den meisten Branchen (Industrie und Dienstleistungen) ist die menschliche Arbeitskraft in erster Linie ein Instrument: Dass der Anteil der Arbeit am Endprodukt oder an der letztlich erbrachten Dienstleistung (Arbeitskoeffizient) abnimmt, ändert nichts an der Beurteilung der Qualität der Ware oder Dienstleistung durch die Konsumentinnen und Konsumenten. Alle Sektoren nutzen diese Eigenschaft («die menschliche Arbeitskraft ist nur ein Instrument»), um die Arbeitsproduktivität über den technologischen Fortschritt und die Ersetzung der Arbeitskraft durch Kapital stetig und dynamisch stark zu erhöhen.

Im Gesundheitswesen ist die menschliche Arbeitskraft jedoch kein reines Produktionsmittel, sondern ein Zweck an sich, und die Dienstleistungsqualität wird direkt als Arbeitsmenge gemessen. Somit beeinflusst die Abnahme des Arbeitsanteils an der Erbringung der Dienstleistung tendenziell direkt die Beurteilung der Qualität durch die Konsumentinnen und Konsumenten. Ein Patient, der für eine medizinische Behandlung in ein Spital ohne menschliches Personal eintreten müsste, würde die Dienstleistungsqualität negativ beurteilen, weil Roboter in bestimmten medizinischen Situationen, in denen zwischenmenschliche Beziehungen, Emotionen und Empathie entscheidend sind, niemals den Menschen ersetzen sollten. Im Gesundheitswesen gibt es einen festen Anteil an von Menschen zu verrichtender Arbeit, insbesondere zur Unterstützung der zwischenmenschlichen Beziehungen zwischen dem Erbringer der Gesundheitsleistung und dem Patienten. Dies bedeutet allerdings nicht, dass es kein erhebliches Potenzial für Produktivitätssteigerungen gäbe. Ärzte und Pflegepersonal verbringen beispielsweise einen bedeutenden Teil ihrer Arbeitszeit nicht mit den Patientinnen und Patienten, sondern mit Dokumen-

tationsarbeiten und sonstigen administrativen Tätigkeiten. Folglich besteht ein grosses Potenzial für Produktivitätssteigerungen durch Informatisierung und bessere Organisation. Dies bedeutet schlicht, dass dieser Sektor von seinem Wesen her nie vollständig von der baumolschen Kostenkrankheit geheilt werden kann – egal, welche Technologien eingesetzt werden, um die Leistung und Koordination der Pflege zu verbessern. Diese Schlussfolgerung ist für die nachfolgende Diskussion über die Rolle und den Stellenwert der KI im Gesundheitswesen als Ergänzung statt als Ersatz für die menschliche Arbeitskraft wichtig.

Hindernisse und Grenzen der Innovation im Gesundheitswesen

Der zweite Grund für den Widerspruch des gleichzeitigen Vorhandenseins von hochentwickelter Technologie und tiefer Produktivität hat damit zu tun, dass Innovationen im Gesundheitswesen durch verschiedene Hindernisse, Marktversagen und Beschränkungen erschwert werden (Cutler, 2010). Entsprechend sind diverse Ineffizienzen (zu viele Leistungen, unangemessene Koordination der Leistungen sowie mangelhafte Produktionsprozesse) über die Entwicklung innovativer Lösungen nur schwer zu beseitigen, und das Produktivitätswachstum wird durch dieses Innovationsdefizit gebremst.

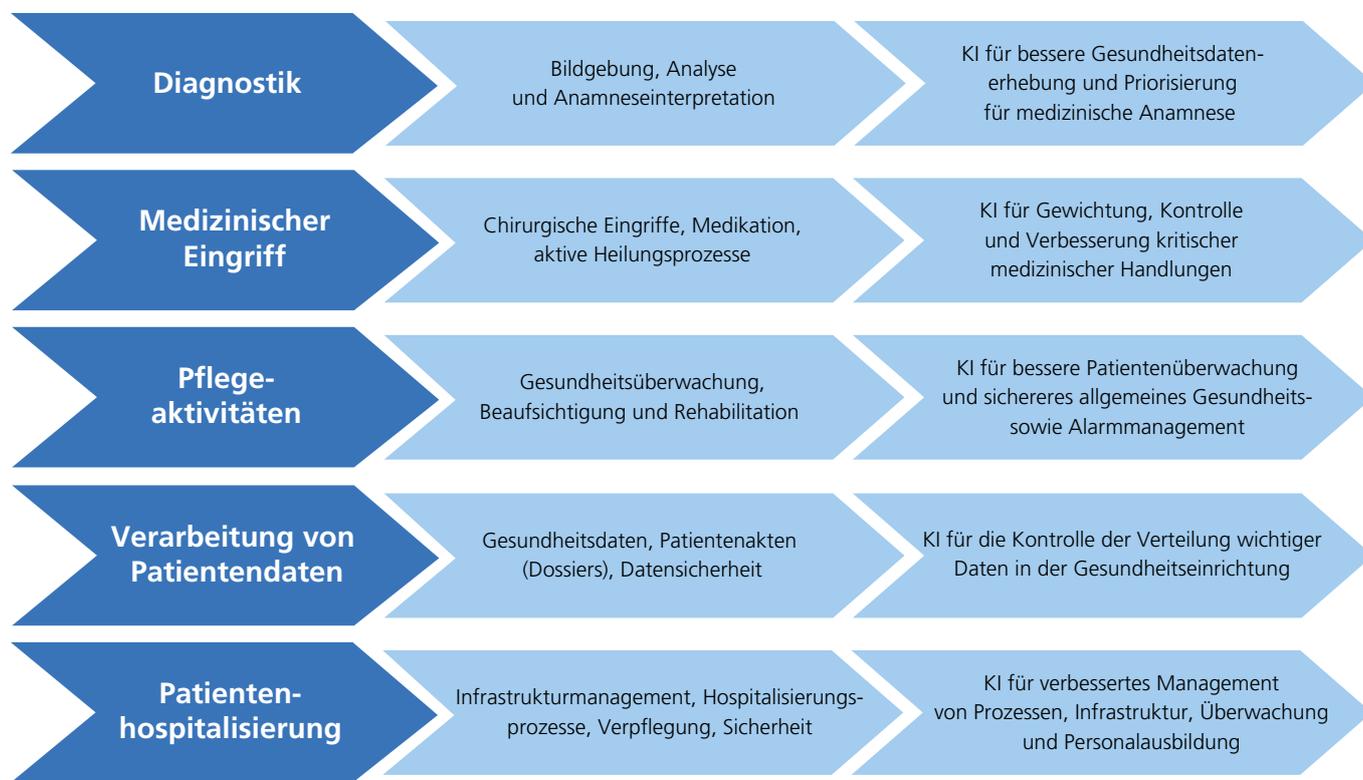
Dieses Argument sollte jedoch nicht falsch verstanden werden: Natürlich gibt es im Gesundheitswesen massive Innovationsaktivitäten genau wie in anderen Sektoren, in denen intelligente Menschen in der Praxis lernen und versuchen, Probleme mithilfe einer Art «Nutzerinnovation» zu lösen (siehe beispielsweise Umfragedaten von Arvanitis & Seliger, 2011). Dabei fehlen jedoch die richtigen Anreizstrukturen, um Unternehmer zu gewinnen, die Geschäftsmöglichkeiten erkennen und neuartige Geschäftsmodelle ausprobieren können – basierend auf der Erwartung, dass ein erheblicher Anteil des sozialen Werts von Innovationen durch private Innovatoren abgedeckt werden kann. In diesem Bereich war dies lange schlicht nicht der Fall.¹⁸

3.4.3 Innovative Bedeutung von KI und Big Data im Gesundheitswesen

Diese Studie konzentriert sich auf einen bestimmten Aspekt der Innovation im Gesundheitswesen: die Entwicklung und den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) und Big Data-Anwendungen für eine radikale Umgestaltung der Prozesse zur Erzeugung und Koordinierung von Gesundheitsleistungen und zur Schaffung neuer Arten von Dienstleistungen. Dieser begrenzte Fokus hat einen offensichtlichen Grund: Die Innovation im Gesundheitswesen erlebt zurzeit dank des disruptiven Potenzials von KI und Big Data ein wichtiges Kapitel ihrer Geschichte (Trajtenberg, 2018, Brynjolfsson und Mc Afee 2017 sowie Cutler et al. 2017). Einige jüngere Studien prognostizieren eine Produktivitätssteigerung in einer im Gesundheitswesen zuvor nie gekannten Grössenordnung.

¹⁸ Selbstverständlich gibt es Ausnahmen, insbesondere in der Schweiz (z.B. bei den Privatklinikgruppen).

Abbildung C 3.2: Aufgaben und Prozesse in Spitälern – wo kann KI helfen?



Quelle: Bühler (Industry Relations ETH Zürich), für diesen Bericht aufbereitet

Die durch die aufstrebenden Technologien einschliesslich KI und Big Data ausgelöste Revolution wird zahllose Anwendungen im Gesundheitswesen hervorbringen, die die Produktionsprozesse und die Koordinierung der Gesundheitsleistungen verändern werden. Abbildung C 3.2 zeigt das Potenzial von KI-basierten Veränderungen und Verbesserungen bei den Aufgaben und Prozessen der Spitäler auf.

Verschiedene Arten von Innovation mit KI- und Big Data-Anwendungen

Es gibt verschiedene Arten von Innovationen je nach Zielen und Funktionen:¹⁹

- Vereinfachung und Verbesserung der Datenerhebung – Verlagerung der Aufgabe vom Arzt zum Patienten: Innovationen in diesem Bereich sind mit der Einführung vielfältiger Gesundheitsüberwachungs-Apps diverser Unternehmen sowie dem Aufbau solider Beziehungen zwischen dem Patienten und seinem Hausarzt verbunden. Sie einigen sich auf ein klinisches Ziel. Die Aufgabe der Datenerhebung wird vom Arzt zum Patienten verlagert. Medisanté verbindet beispielsweise die Anbieter von Gesundheitsleistungen mit von den Patienten generierten Gesundheitsdaten zu chronischen Erkrankungen über eine Kombi-

nation aus vernetzten Geräten, einer vernetzten Plattform und inländischem Daten-Hosting (<https://medisante.ch>).

- Umwandlung von Daten in verwertbare Informationen – Nutzung der prädiktiven Analytik: Innovationen auf diesem Gebiet sind mit der Entwicklung eines zentralen Datenlagers (Data Warehouse) für Gesundheitseinrichtungen verbunden. Dies kann zur Nutzung der prädiktiven Analytik führen, um künftige klinische und medizinische Entscheidungen zu lenken. So entwickelt beispielsweise PwC gemeinsam mit einem Ärztenetzwerk eine unter der Bezeichnung PHREND bekannte prädiktive Gesundheitslösung für multiple Sklerose. Dieses auf Machine Learning und Big Data basierende System ermöglicht massgeschneiderte Behandlungen bei neurologischen Erkrankungen (<https://www.pwc.ch/de/dienstleistungen/digital-service/data-and-analytics/phrend.html>). Dies kann zu einer besseren Übersicht über die Kosten und zu geeigneten Massnahmen bei den Kostenquellen führen, die in einem früheren Stadium nicht sichtbar waren (z.B. die Ermittlung unnötiger Variationen bei der Behandlung).
- Lösung zahlreicher Probleme bezüglich Interoperabilität, Sicherheit und Universalität der Aufzeichnungen dank Blockchain-Technologie: Dieser Bereich wird die Innovation bei den Gesundheitsdaten und vor allem in Bereichen ankurbeln, in denen zentrale Probleme bezüglich Interoperabilität, Sicherheit und Universalität der Aufzeichnungen gelöst werden müssen. Das Waadtländer Universi-

¹⁹ Hier werden vier Beispiele erläutert. Über den Wohlfahrtseffekt der konkreten Innovationen, deren Einführung mit hohen Kosten verbunden sein kann, wird an dieser Stelle keine Aussage getroffen.

tätsspital CHUV ist beispielsweise an dem von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) neu gegründeten Center for Digital Trust beteiligt, um Lösungen für Blockchain Ledger und dezentralisierte Datenbanken für eine Reihe von Transaktions- und Beziehungsproblemen auf dem Gebiet der klinischen und medizinischen Daten zu erarbeiten.

- Ausgestaltung neuer Betriebs- und Geschäftsmodelle: Schliesslich schafft die durch KI angetriebene Innovation Chancen, Geschäftsmodelle zu überdenken, um den Wert von IT-Investitionen voll auszuschöpfen. Nachfolgend ist das Geschäftsmodell von SOPHiA Genetics dargestellt, das dieses Argument gut veranschaulicht.

Künftige KI-Entwicklung im Gesundheitswesen

Niemand kann die Zukunft vorhersagen, aber die KI-Entwicklung im Gesundheitswesen dürfte durch drei Merkmale oder Determinanten bestimmt werden:

- Der Marktauftritt von Innovatoren (Unternehmer, Start-ups und disruptive Aussenseiter) wird im Gegensatz zur Vergangenheit zu einer der zentralen Determinanten von Innovation und Transformation: Die sich abzeichnende KI-Revolution zeigt ein grosses Produktivitätspotenzial und viele Geschäftsmöglichkeiten im Gesundheitswesen auf. Folglich werden auch aussenstehende Akteure sehr aktiv, um auf diese Märkte vorzudringen. Dabei handelt es sich sowohl um Datenriesen als auch um Start-ups, die neue Geschäftsmodelle ausprobieren und den bisherigen Marktteilnehmern in verschiedenen Gesundheitsbereichen sowie der akademischen Grundlagenforschung und der angewandten Forschung an den Universitäten den Rang streitig machen dürften.
- Da KI eine Allzwecktechnologie ist,²⁰ sind innovative Komplementaritäten zwischen der Entwicklung neuer Anwendungen und ihrer Einführung in kritischen Umfeldern (Spitälern) entscheidend, um das Potenzial von KI und Big Data hinsichtlich Produktivität zu entfalten: Die Wirkung dieser Innovationen wird letztlich von systemweiten Veränderungen in diesem Sektor abhängen. Dazu gehören die berufliche Weiterentwicklung verschiedener Arten von Gesundheitsfachleuten, die zurzeit wenig qualifiziert und schlecht auf die neue Technologie vorbereitet sind, der strategische Übergang zur Digitalisierung in den Gesundheitseinrichtungen einschliesslich des Aufbaus von Informatikinfrastrukturen und des Erwerbs entsprechender wissenschaftlicher Fähigkeiten auf dem Gebiet der Datenanalyse sowie ein kultureller Wandel bei Ärzten und Patienten.
- Gemäss der baumolschen Kostenkrankheit (siehe oben) wird die KI-Durchdringung aufgrund des Wesens der menschlichen Arbeitskraft im Gesundheitswesen an einer bestimmten Stelle nicht weiter voranschreiten: Die medizinische Diagnose als Mus-

tervergleichsübung ist ein gutes Beispiel für das Potenzial und die Grenzen von KI. Dank KI und Big Data erreichen Computer übermenschliche Leistungen. Wenn die weltbesten Diagnostiker der meisten Fachgebiete nicht bereits jetzt digital sind, wird dies bald der Fall sein. Doch auch nach einer digitalen Diagnose spielen medizinische Fachleute weiterhin eine zentrale Rolle: Sie können den zwischenmenschlichen Kontakt herstellen und soziale Triebkräfte nutzen, damit die Patientinnen und Patienten an der verordneten Behandlung mitwirken. Auch in einem KI-basierten Gesundheitswesen wird der Mensch wichtig bleiben, aber nicht immer die gleiche Rolle spielen wie heute. Menschen werden eher als emotional und sozial engagierte Behandlungskoordinatoren denn als brillante Diagnostiker fungieren.

3.4.4 Feststellungen zur Erzeugung und Einführung KI-basierter Innovationen im Schweizer Gesundheitswesen²¹

Dieses Kapitel dient dazu, einige Messgrössen zu KI-basierten Innovationen im Gesundheitswesen zu erheben und zu präsentieren, den Marktauftritt neuer Akteure zu beobachten, die Kapazitäten und Fähigkeiten der grossen Gesundheitseinrichtungen (Spitäler) bei der Integration dieser Innovationen zu beurteilen und die Innovationskapazitäten der Schweiz auf diesem Gebiet zu bewerten. Untersucht wurden dabei die Angebotsseite (Grundlagenforschung, Erfindungen und Unternehmertum in der Schweiz sowie die zentrale Bedeutung der Suche nach neuen Geschäftsmodellen für die Nutzung des Werts von Innovationen), die Fähigkeit von Spitälern, digitale Innovationen zu erzeugen und zu nutzen, um sich zu verändern, die Bedeutung von Partnerschaften und Netzwerken sowie der zahlreichen strategischen Initiativen und institutionellen Experimente zur Unterstützung der KI-Entwicklung und umsetzung sowie die Rahmenbedingungen.

Angebot: Wissenschaft, Erfindungen und Geschäftsmodelle

Bei den wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu KI-Anwendungen im Gesundheitswesen liegt die Schweiz in den Ranglisten auf Platz drei (Tabelle C 3.2) und weist in Übereinstimmung mit dem Wachstum anderer europäischer Länder eine konstante Zunahme in absoluten Zahlen aus (Abbildung C 3.3).

Die Anzahl Patente im Bereich KI im Gesundheitswesen (Abbildung C 3.4) ist bisher in allen Ländern vergleichsweise niedrig, und die Trends sind nicht sehr klar. Dies gilt auch für die Schweiz. Die Gründe dafür liegen insbesondere in der Einführung neuer Geschäftsmodelle, die nicht auf dem Besitz des geistigen Eigentums an der Erfindung basieren, sondern eher auf der Fähigkeit von Unternehmen, sich zu einem frühen Zeitpunkt einen Vorteil bei der Datenerhebung und -aneignung zu verschaffen. Dieses Thema wird weiter unten detaillierter behandelt.

²⁰ Die Eigenschaften einer Allzwecktechnologie (General Purpose Technology, GPT) sind die horizontale Verteilung über die gesamte Wirtschaft sowie die Komplementarität zwischen den grundlegenden Erfindungen und den zahlreichen Anwendungsentwicklungen (siehe Cockburn et al., 2017 zum Fall von KI als GPT).

²¹ Der empirische Teil dieses Kapitels (Daten zu Publikationen und Patenten, Umfrage bei Spitälern) wurde von Charles Ayoubi (EPFL) erarbeitet. Methodische Erläuterungen sind in der Langversion enthalten.

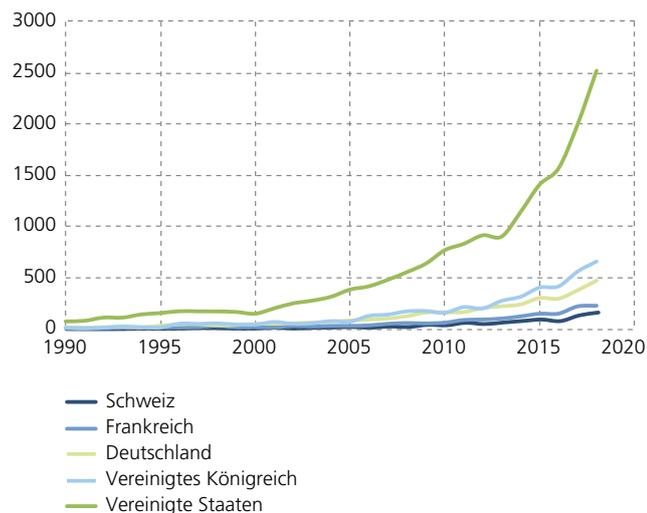
Tabelle C 3.2: Beste Länder bezüglich Anzahl Veröffentlichungen zum Thema Machine Learning im Gesundheitswesen 1990 bis 2018

Standardisierter Rang	Globaler Rang	Land	Veröff.	Standardisiert (Wert* 100 / Total F&E-Personal in VZÄ)
1	22	Hongkong	575	2,79
2	12	Niederlande	1462	2,72
3	15	Schweiz	903	2,51
4	16	Singapur	792	2,20
5	18	Belgien	746	1,83
6	7	Australien	1763	1,76
7	23	Griechenland	513	1,72
8	3	UK	4685	1,69
9	8	Italien	1727	1,67
10	5	Kanada	2446	1,54
17	1	USA	18243	1,35
24	4	Deutschland	3487	0,99
32	10	Frankreich	894	0,67
33	2	China	7009	0,58

VZÄ = Vollzeitäquivalente

Quelle: Scopus, Berechnungen Foray (siehe Abschnitt 3.4.6)

Abbildung C 3.3: Entwicklung der Anzahl Veröffentlichungen pro Land zum Thema Machine Learning im Gesundheitswesen



Quelle: Scopus, Berechnungen Foray & Ayoubi (siehe Kapitel 3.4.6)

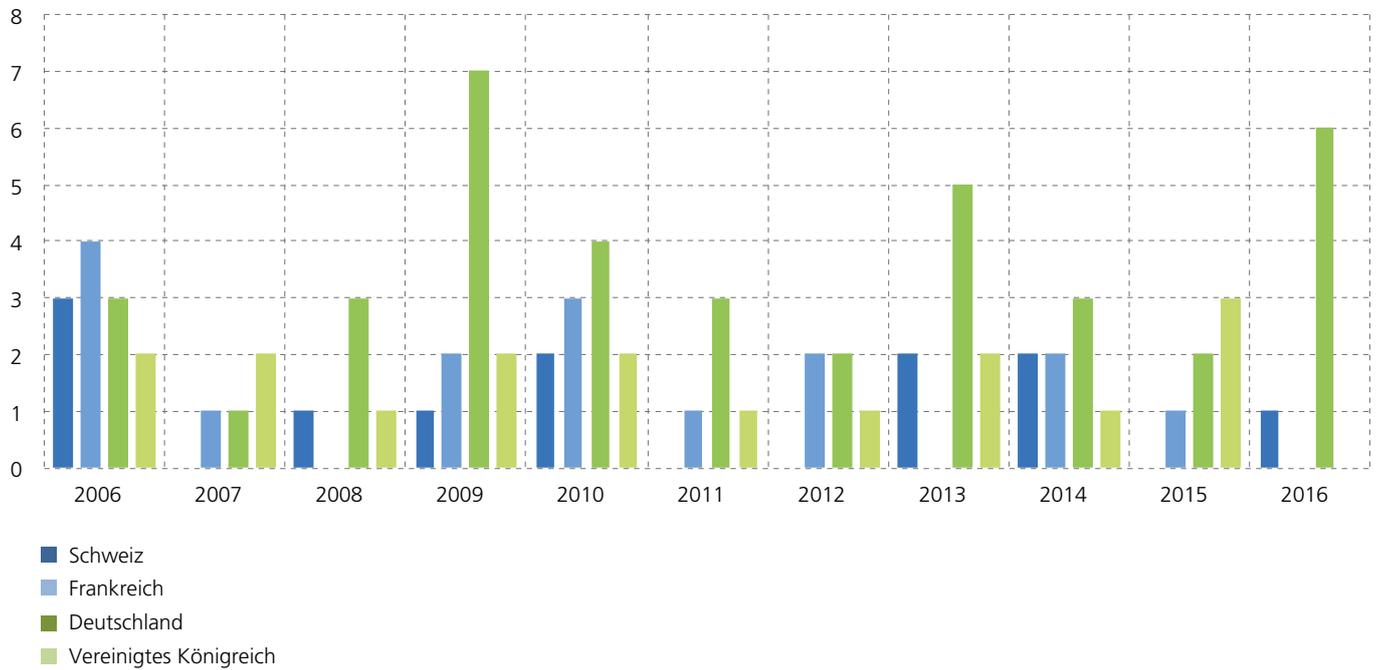
Hierbei ist anzumerken, dass der Anteil der patentierten Gesundheitsanwendungen an den Patenten für Innovationen im Bereich Machine Learning allgemein sehr niedrig ist. Dies bedeutet, dass das Gesundheitswesen (im Vergleich zu Finanzdienstleistungen, sonstigen Dienstleistungen und der Industrie) bisher sicherlich kein führender Sektor für KI-Anwendungen in der Schweiz ist (Abbildung C 3.5).

Im KI-Zeitalter verlagert sich die Technologiestruktur innovativer Ideen teilweise von als Prozesse und Produkte definierten zu als Dienstleistungen definierten Medizintechnologien (basierend auf dem Zugang zu klinischen Daten und der Entwicklung von Instrumenten für die Bereitstellung von Dienstleistungen auf der Grundlage prädiktiver Analysen). Dieses neue Innovationsmodell wirft neue Fragen bezüglich Rechtsschutz und Vermarktung auf. Patente sind hierfür nicht sehr geeignet, und das herkömmliche Modell mit Patenten und Lizenzvergaben lässt sich nicht leicht auf ein solches neues Innovationsmodell anwenden. Der Wert liegt in den Daten, das heisst in der Fähigkeit des Start-ups oder des Erfinders, einen unbegrenzten Zugang zu einer grossen Anzahl Daten sicherzustellen (kritisches Bindeglied zwischen dem Anbieter einer innovativen Dienstleistung und den Datenquellen – vielleicht das Spital oder direkt der Patient). Die Innovation besteht darin, auf der Grundlage des Zugangs und der Nutzung der Daten eine einzigartige und exklusive Dienstleistung anzubieten.

Die Erzielung und Aufrechterhaltung eines Datenvorsprungs scheint zu einer zentralen Geschäftsstrategie zu werden. Wenn Unternehmen in der Lage sind, klinische und medizinische Daten zu erzeugen und zu schützen, können sie ein KI-gestütztes Marktzugangshindernis errichten, das ihnen eine mindestens mittelfristige Marktdominanz garantiert.

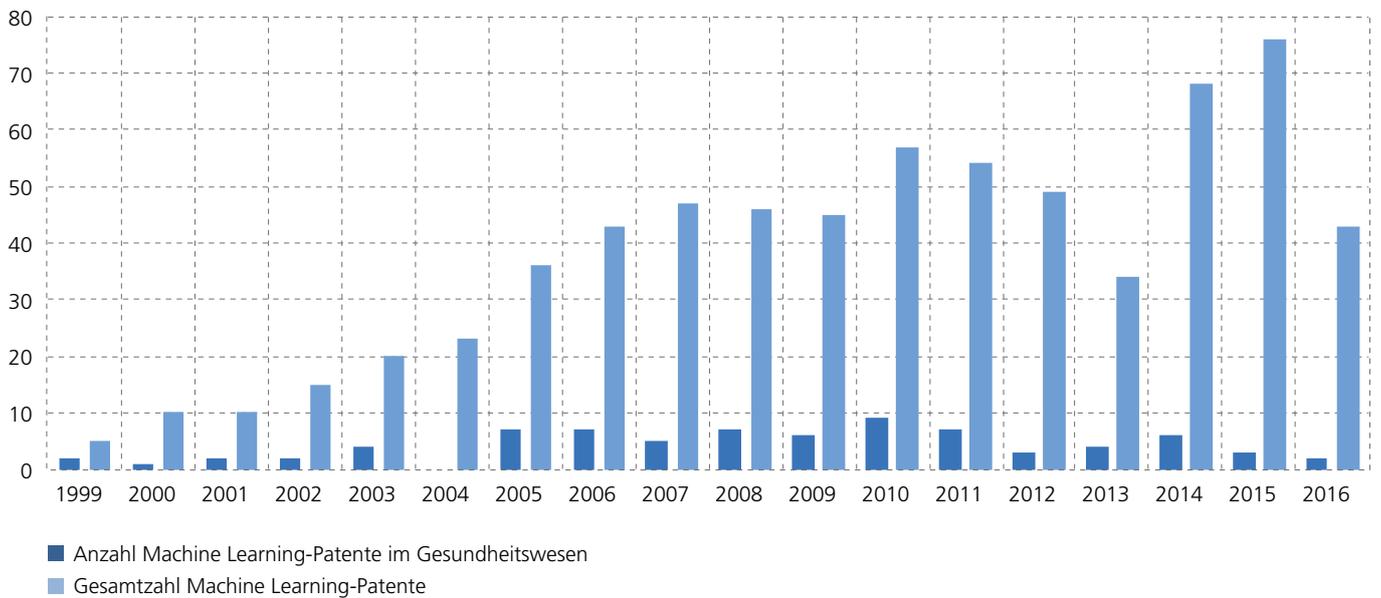
Zumindest bisher scheinen viele innovative Unternehmen im Gesundheitssektor zu versuchen, KI durch Sammeln und Aufbewahren von Daten zu nutzen. Die intensiven Aktivitäten zur Erzielung eines (datengestützten) proprietären Vorsprungs könnten darauf hinweisen, dass in Zukunft eine bedeutende Marktmacht erwartet wird, was zweifellos wettbewerbspolitische Fragen aufwirft.

Abbildung C 3.4: Entwicklung der Anzahl Machine Learning-Patente im Gesundheitswesen in vier europäischen Ländern



Quelle: PATSTAT und WIPO (für neue Methodiken bei Machine Learning-Patenten), Berechnungen Foray & Ayoubi

Abbildung C 3.5: Entwicklung der Anzahl Machine Learning-Patente im Gesundheitswesen und der Gesamtzahl der Machine Learning-Patente in der Schweiz



Anzahl Machine Learning-Patente im Gesundheitswesen 1999–2016: 77
 Gesamtzahl Machine Learning-Patente 1999–2016: 681

Quelle: PATSTAT und WIPO (für neue Methodiken bei Machine Learning-Patenten), Berechnungen Foray & Ayoubi

Fallbeispiel 1: SOPHiA Genetics

SOPHiA Genetics (Kanton Waadt) entwickelt und betreibt ein weltweites Netzwerk aus 850 führenden Spitälern, die mit der Dateninfrastruktur und den Plattformen des Unternehmens verbunden sind. Die Spitäler liefern klinische und medizinische Daten (genetische Codes, medizinische Bilder) und erhalten im Gegenzug verschiedene Arten von gesundheits-technologischen, KI-basierten Anwendungen. Der Kern der Transaktionen zwischen SOPHiA Genetics und den über die Plattform verbundenen Spitälern besteht darin, einzigartige Dienstleistungen mit KI-Anwendungen zu verkaufen, die Daten und Bilder zu analysieren und sie mit biologischen und klinischen Informationen zu verbinden, um den Verlauf von Erkrankungen vorherzusagen sowie klinische Entscheidungen und Strategien für einzelne Patienten zu unterstützen. Die Transaktionsstruktur der Dienstleistungen folgt dem auf dem System der nutzungsabhängigen Kosten (Pay per Use) basierenden Software as a Service-Modell (SaaS-Modell). Da der Erfolg des Geschäftsmodells stark durch Netzwerkregeln (direkte und indirekte externe Effekte) bestimmt wird, gehören zu den wichtigsten strategischen Mitteln zu seiner Aufrechterhaltung: die Fähigkeit des Unternehmens, das Spitalnetzwerk ständig zu erweitern, Kapazitäten im Bereich Algorithmen und Datenwissenschaft sowie Marketing und Verkauf. Bei diesen Modellen spielen Patente keine wichtige Rolle.

Fallbeispiel 2: ETH-Professor in Bioinformatik

Der Professor betreibt Grundlagenforschung im Bereich Computerwissenschaft, Machine Learning und Analytik. Dabei entwickelt er methodologische Instrumente und arbeitet an einer breiten Palette von Anwendungen, u.a. für das Gesundheitswesen. Er ist konsequent in einem Open Source-Umfeld tätig und veröffentlicht alles: Codes, Prototypen und Forschungsdaten. Die wichtigsten Prinzipien sind dabei die Sicherstellung des Datenzugangs und der Reproduzierbarkeit der Forschungsergebnisse. Auf diese Weise entsprechen die Werte des Professors eigentlich denen akademischer Computerwissenschaftler, was Fragen zur Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft aufwirft: Die Firma X, die einen Fruchtbarkeits-Tracker entwickelt, kontaktierte den Professor, um Instrumente für eine bessere prädiktive Leistung zu entwerfen, lehnte jedoch jegliche Open Source- und Open Data-Bedingungen ab, sodass die Zusammenarbeit nie zustande kam.

Solche Geschäftsmodelle könnten mit dem zunehmend vorherrschenden akademischen Trend zu einer offenen Wissenschaft und zu Open Data in Konflikt geraten.

Bei der institutionellen und rechtlichen Kreativität ist immer noch ein weiter Weg zurückzulegen, um für Kompatibilität zwischen den sich neu abzeichnenden akademischen Regeln zur Sicherstellung des Datenzugangs und der Reproduzierbarkeit der Forschungsergebnisse einerseits sowie den neuen Geschäftsmodellen andererseits oder, kurz gesagt, zwischen dem langfristigen Wohlfahrtseffekt von Open Data und dem kurzfristigen Wohlfahrtseffekt aufgrund der Bereitstellung besserer Produkte für den Markt zu sorgen.

Zu guter Letzt zeichnet sich auf der Angebotsseite ein neues Phänomen ab: der Marktauftritt der grossen Big Data-Akteure wie Google als potenziell dominante Innovatoren im Gesundheitswesen. Bei einer Reihe von KI-Anwendungen, die hohe datenwissenschaftliche und ingenieurtechnische Qualifikationen erfordern und deren Geschäftsmodell vergleichsweise klar und «einfach» ist, verfügen Google oder Philips und Siemens über die Fähigkeit, Innovationen schneller und kosteneffizienter zu generieren als akademische Forschungslabors.

Veränderungen und Umwälzungen in Spitälern

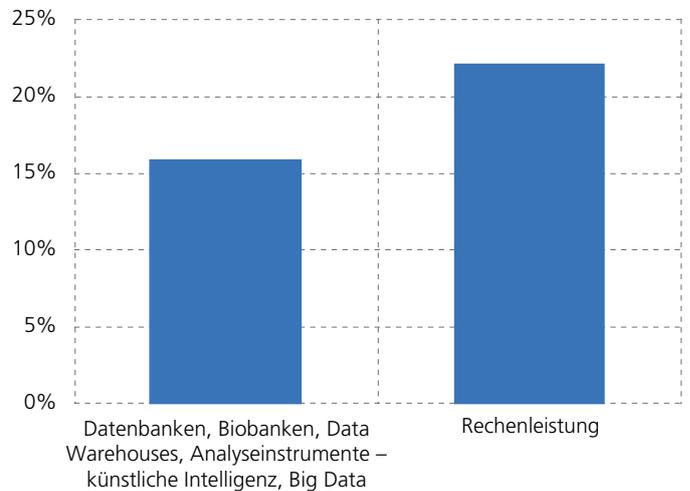
Die Spitäler stehen vor zahlreichen Herausforderungen, um die positiven Effekte aufgrund der Entwicklung von KI-Anwendungen vollumfänglich zu nutzen. Dazu gehören die Aktualisierung von Qualifikationen, die Entwicklung neuer Managementkapazitäten, Investitionen in die IT-Infrastruktur, die Zusammenarbeit mit Spezialisten für grundlegende Computerwissenschaft, die Umsetzung radikaler organisatorischer Veränderungen (beispielsweise die zunehmende Verlagerung von der stationären zur ambulanten Behandlung und die Einführung eines stärker patientenzentrierten Ansatzes) sowie die Anpassung der Gesundheitsversorgungsprozesse an neue Geschäftsmodelle.

Die für diese Studie erhobenen Umfragedaten liefern zahlreiche Informationen über den aktuellen Stand der Technik und die künftigen Verpflichtungen der Spitäler im Rahmen der digitalen Revolution im Gesundheitswesen (Abbildungen C 3.6 bis C 3.14).

In den letzten Jahren wurden umfangreiche Investitionen getätigt, und dieser Trend wird sich auch in naher Zukunft fortsetzen. Die meisten Einrichtungen rechnen mit höheren Investitionen in Anwendungen (Data Warehouses, KI und Big Data) als in Rechenleistung (Abbildung C 3.6). Die meisten Institutionen führen Projekte auf den Gebieten KI und Big Data durch (Abbildung C 3.7) und beginnen in der Regel in Bereichen wie Logistik und Verwaltung, die «weniger riskant» sind als die medizinischen Anwendungen (Abbildung C 3.8). Ausserdem scheinen Ärzte, sonstiges Klinikpersonal und Patienten nicht stark in die KI-Projekte eingebunden zu sein (Abbildung C 3.9).

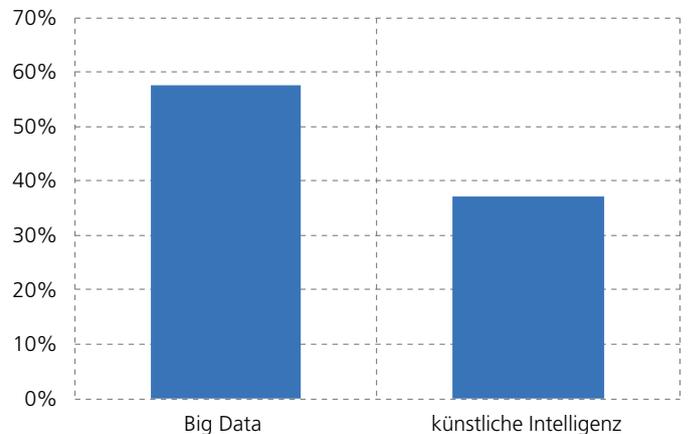
Die interne Entwicklung von Fähigkeiten im Bereich der Datenwissenschaften bleibt sehr bescheiden (Abbildung C 3.10), und die Kooperation mit Grundlagenforschungsinstitutionen scheint ein für die Wissensaneignung weniger beliebter Mechanismus zu sein als die Zusammenarbeit mit IT-Dienstleistern (Abbildung C 3.11). Die Erzeugung innovativer Ideen durch Start-ups ist eine nicht berücksichtigte Quelle (Abbildung C 3.12).²² Ausserhalb der Universitätsspitäler ist kein grosses Engagement im Rahmen nationaler strategischer Initiativen festzustellen (Abbildung C 3.13). Schliesslich scheinen nur sehr wenige Spitäler über eine Innovationsstrategie für den digitalen Wandel zu verfügen (Abbildung C 3.14). Dies zeigte sich auch in den qualitativen Interviews: «Alle Zutaten sind vorhanden, aber wie sieht die Vision, die Strategie aus? Wie und warum soll die prädiktive Analytik entwickelt werden? Umbau der Erbringung und Koordinierung von Gesundheitsleistungen zur Kostenminimierung, Produktivitätssteigerung, Gestaltung neuer Geschäftsmodelle und Bereitstellung neuer Dienstleistungen?»

Abbildung C 3.6: Investitionen in die Informatikinfrastruktur der Spitäler in den kommenden fünf Jahren
(in % des Gesamtbudgets der Leitung von Informationssystemen)



Gewichteter Mittelwert²³
Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=39)

Abbildung C 3.7: Anteil Spitäler mit Innovationsprojekten auf der Grundlage von KI und Big Data

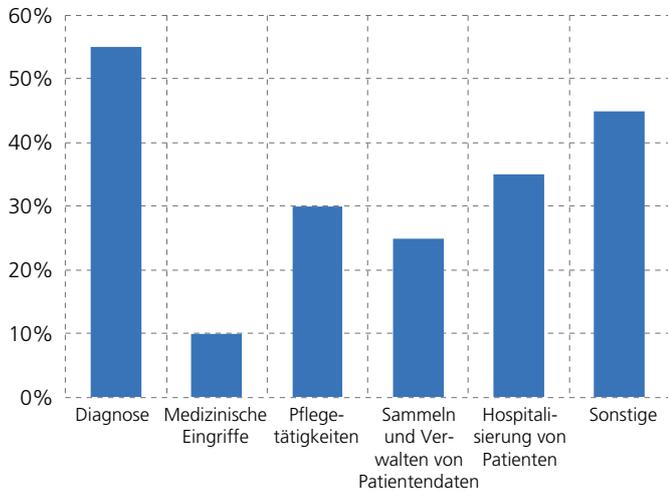


Gewichteter Mittelwert
Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=35)

²² Auch hier gibt es Ausnahmen, die jedoch nur einen sehr kleinen Teil der befragten Spitäler ausmachen (Abbildung C 3.12).

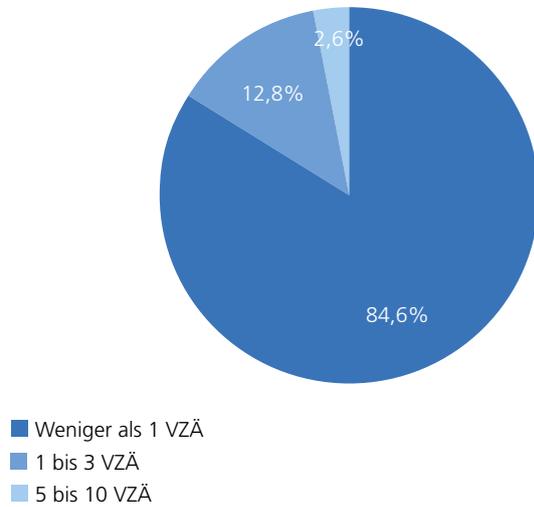
²³ Der gewichtete Mittelwert entspricht dem Prozentsatz der Fragebogen mit Antwort «sehr wichtig» (Faktor 3) zuzüglich des Prozentsatzes der Fragebogen mit Antwort «mittelmässig wichtig» (Faktor 2) etc.

Abbildung C 3.8: Innovationsprojekte auf der Grundlage von KI und Big Data nach medizinischen Funktionen und Kliniken



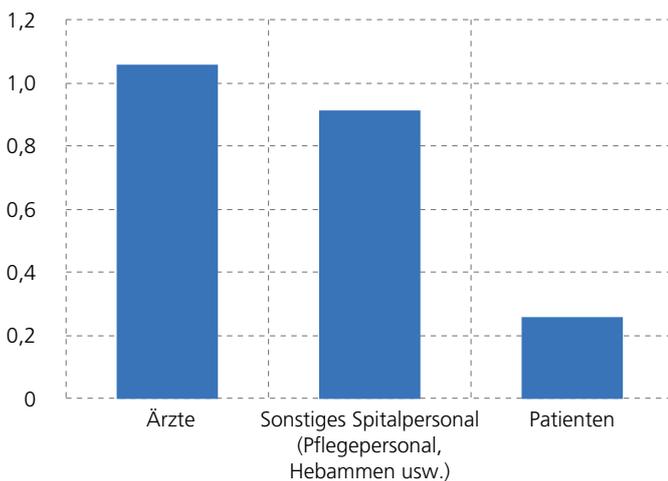
Mehrfachantworten möglich
 Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=20)

Abbildung C 3.10: Anteil des Personals, das sich mit KI und Big Data in den Spitälern befasst



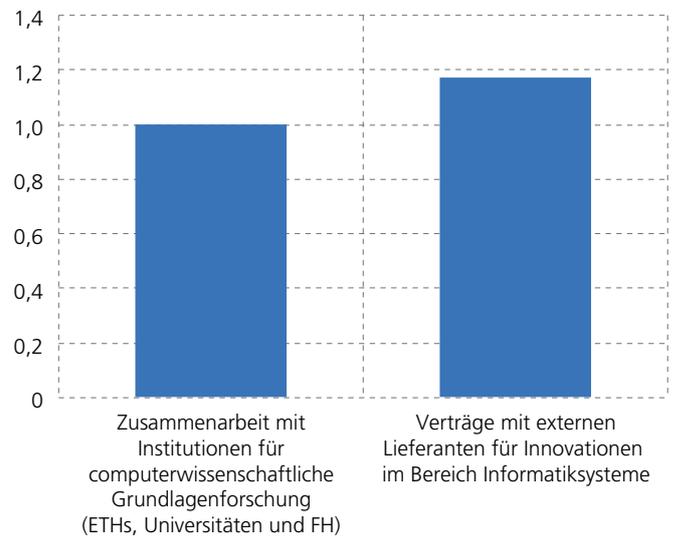
VZÄ = Vollzeitäquivalente
 Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=39)

Abbildung C 3.9: Beteiligung von Ärzten, sonstigem Spitalpersonal und Patienten an Projekten für medizinische und klinische Innovationen



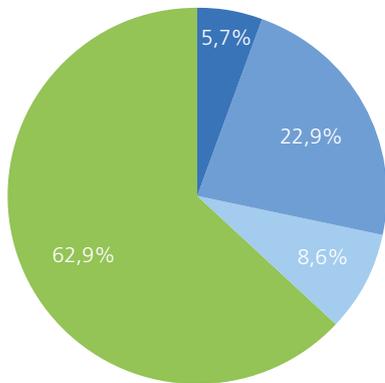
Wert zwischen 0 (keinerlei Beteiligung) und 3 (Akteur des Projekts)
 Gewichteter Mittelwert
 Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=35)

Abbildung C 3.11: Bedeutung besonderer Innovationsquellen in den Spitälern



Wert zwischen 0 (keinerlei Bedeutung) und 3 (sehr grosse Bedeutung)
 Gewichteter Mittelwert
 Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=35)

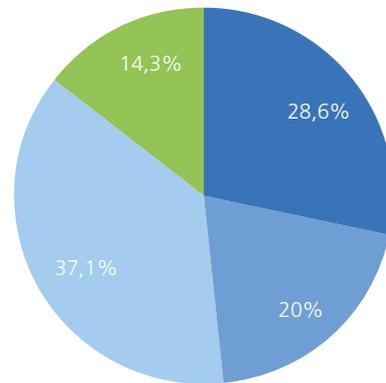
Abbildung C 3.12: Existenz eines Start-up-Gründerzentrums im Zusammenhang mit Projekten für medizinische und klinische Innovationen



- Ja
- Nein, aber das Projekt interessiert uns
- Nein, aber wir arbeiten mit einem externen Gründerzentrum
- Nein, das ist für uns nicht von Interesse

Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=35)

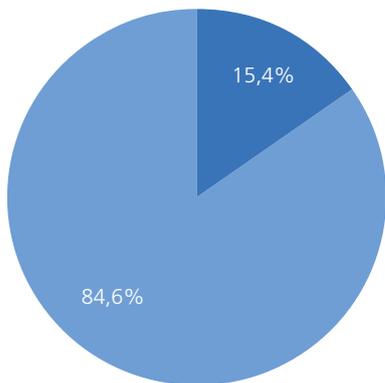
Abbildung C 3.14: Existenz einer Innovationsstrategie für den digitalen Wandel in den Spitälern



- Nein, keinerlei
- Nein, aber das Projekt interessiert uns
- Ja, aber mit begrenzten Investitionen
- Ja, mit entsprechenden Investitionen und Projekten
- Nein, aber das Projekt interessiert uns

Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=35)

Abbildung C 3.13: Beteiligung der Spitäler an grossen nationalen strategischen Initiativen



- Ja
- Nein

Beispiel nationale Strategie: Swiss Personalized Health Network (SPHN)
 Quelle: Erhebung Foray & Ayoubi, EPFL (n=39)

Wie jede neue Allzwecktechnologie im Frühstadium wirft auch die KI Fragen zur Komplementarität der Innovationen auf. Im vorliegenden Fall erfordert die volle Ausschöpfung des Potenzials von KI und Big Data zur Verbesserung der Bereitstellung, Koordinierung und Verwaltung von Gesundheitsleistungen grössere Veränderungen in Sachen Organisation, Personalzusammensetzung und Einführung einer neuen «epistemischen Kultur»²⁴ in den Spitälern. Die meisten Spitäler haben damit begonnen, Anpassungs-, Restrukturierungs- und Umsetzungslücken zu schliessen, aber der Weg ist noch sehr lang.

Partnerschaften und Netzwerke für KI-Umsetzung

Die bisherigen, hauptsächlich auf Umfragedaten basierenden Beobachtungen legen nahe, dass mehr Kooperationen und Partnerschaften zwischen der Grundlagenforschung (Datenwissenschaft) und den Abläufen in den Spitälern in Bereichen wie klinische Studien sowie Anpassung und Einführung von Innovationen erforderlich sind.

In zahlreichen Regionen wie beispielsweise in Zürich oder im Genferseeraum existieren viele solche Netzwerke. Sie sind von zentraler Bedeutung, um die Kapazitäten und Fähigkeiten der Spitäler auf den Gebieten Informatik und Datenanalyse zu verbessern. Des Weiteren werden sie benötigt, um den Bedarf an mehr Austausch zwischen Grundlagenforschung und klinischen Studien zu decken. Ein Beispiel ist die Rolle der ETH Zürich bei der Bereitstellung von Rechenleistung für die umliegenden Spitäler über den Zugang zu Leonhard Med.²⁵

Schweizweit, von der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW) koordinierte, institutionelle Mechanismen wie das Schweizer Institut für Bioinformatik (SIB) oder das Swiss Personalized Health Network (SPHN) spielen in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Ziel ist der Aufbau einer national koordinierten Dateninfrastruktur, die die Dateninteroperabilität der lokalen und regionalen Gesundheitsinformationssysteme mit Schwerpunkt auf der Bewirtschaftung klinischer Daten sowie einen wirksamen Austausch von Patientendaten (z.B. Krankheitsphänotypen) gewährleistet.

Einrichtungen für höhere Bildung können ausserdem bei der Gründung neuer Partnerschaften sehr aktiv sein. Dies gilt auch für die ETH-Initiative «Personalisierte Gesundheit und zugehörige Technologien». Des Weiteren gibt es zahlreiche lokale Mechanismen für die Abdeckung sämtlicher Stufen von der grundlegenden Datenwissenschaft bis zur Einführung von Innovationen in den Spitälern (siehe «Initiativen von Bund und Kantonen» weiter unten).

Alle diese neuen Formen von Zusammenarbeit und Netzwerken beleuchten einen besonders interessanten und wichtigen Aspekt

²⁴ Eine epistemische Kultur kann als die von einer Berufsgruppe zur Ermittlung der «Best Practices» auf ihrem Gebiet verwendete Methodik definiert werden (Foray, 2004).

²⁵ Leonhard Med ist eine IT-Infrastruktur für Forschung und vertrauliche Daten an der ETH Zürich. Sie ist auf die Bereitstellung von IT-Lösungen für die Forschung mit vertraulichen Daten (z.B. biomedizinische Daten des Menschen) ausgelegt.

Fallbeispiel 3: Schweizer Institut für Bioinformatik

Das Schweizer Institut für Bioinformatik (SIB) wird gemäss Artikel 15 des Bundesgesetzes über die Förderung der Forschung und der Innovation (FIFG) vom Bund mitfinanziert. Das Institut wurde 1998 gegründet, um Dateninfrastrukturen bereitzustellen und dadurch die von Schweizer Hochschulen (ETH etc.) geleistete Grundlagenforschung im Bereich Bioinformatik zu unterstützen. Der Aufgabenbereich des SIB wurde kürzlich deutlich erweitert und erstreckt sich nun auf den Aufbau eines Zentrums für klinische Daten als wesentlichen Pfeilers des Swiss Personalized Health Network (SPHN). Dem Institut ist es zweifellos gelungen, die betroffenen Forschungsbereiche sowie Grundausbildungsprogramme für Forscherinnen und Forscher in herausragender Weise zu unterstützen.

des institutionellen Rahmens für das Schweizer Gesundheitswesen: Experimente. Dies entspricht auch einer allgemeineren Stärke der Schweiz, bei der es um Selbstständigkeit, Dezentralisierung und Innovationsfähigkeit der Institutionen geht. Die daraus resultierende Vielfalt fördert den Wettbewerb, während die Experimente auf dem komplexen Gebiet der Gesundheitsanwendungen mit der Zeit einen systematischen Lernprozess hinsichtlich der «Wissenschaft des Wissenschafts- und Innovationsmanagements» fördern.

Rahmenbedingungen

KI-basierte Innovationen im Gesundheitswesen entsprechen höchst disruptiven Innovationen in einem stark regulierten Sektor. Dies bedeutet, dass Anpassungen und Verbesserungen der Rahmenbedingungen entscheidend sind und Hindernisse oder Beschränkungen bei diesen Anpassungen die Innovationsdynamik stark behindern können. Einige Rahmenbedingungen scheinen in diesem Zusammenhang entscheidend zu sein:

- Qualitätsinformationen und freie Wahl der Erbringer von Gesundheitsleistungen: Hierbei handelt es sich um zwei bedeutende Faktoren des Marktversagens im Gesundheitswesen. Das Fehlen qualitativ guter Daten zu den Leistungserbringern hat zur Folge, dass die Konsumentinnen und Konsumenten nur mit Mühe feststellen können, welche Leistungserbringer besser und welche schlechter sind, was sich negativ auf deren Innovationsfreudigkeit auswirkt. Diesem informationsbezogenen Marktversagen wird in der Schweiz über den ANQ-Messplan vergleichsweise gut begegnet.²⁶ Der vom BAG entworfene und unterstützte Messplan enthält einen Rahmen für Indikatoren und Datenerhebungsprozesse zur Erstellung von Spitalranglisten zu spezifischen Themen. Des Weiteren bietet er ein Instrument, um den Zugang zu den Ranglisten für die Patientinnen und Patienten zu maximieren. Die Behebung dieses Marktversagens hat jedoch nur dann einen

²⁶ Association Nationale pour le Développement de la Qualité dans les Hôpitaux et les Cliniques (Nationaler Verein für Qualitätsentwicklung in Spitälern und Kliniken)

Sinn, wenn die Patientinnen und Patienten den Leistungserbringer frei wählen können.

- Zertifizierung und Regulierung: Hinsichtlich der künftigen Regulierungen und Zertifizierungsprozesse im Bereich der Erhebung und Analyse von Daten sowie der prädiktiven Datenanalyse verbundenen Innovation bei Medizinprodukten herrscht nach wie vor grosse Unsicherheit. Der zurzeit bei verschiedenen Innovationen dieser Art verwendete Haftungshinweis «Nicht für klinische Entscheide nutzen» ist dem Marketing nicht gerade zuträglich. Die US-amerikanische Nahrungs- und Arzneimittelbehörde (FDA) hat kürzlich zum ersten Mal ihre Zustimmung zu einer cloud-basierten klinischen Deep Learning-Anwendung erteilt. Dies bedeutet, dass die institutionellen Prozesse auf diesem Gebiet erst noch festgelegt werden müssen. In diesem Zusammenhang sei auf die jüngsten Entwicklungen bei der Regulierung von Medizinsoftware in der Schweiz hingewiesen (SWR, 2018).
- Humankapital: Auf der Angebotsseite der Gleichung verfügt die Schweiz dank ihrer herausragenden Hochschulreinrichtungen über einen gut ausgestatteten und gesunden Markt für hoch qualifizierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Ingenieurinnen und Ingenieure im Bereich Datenwissenschaft für biomedizinische Anwendungen. Bei der Nachfrage (zum Beispiel in Spitälern oder anderen Gesundheitseinrichtungen) ist die Situation hingegen weniger klar. Die Ausbildung des Personals ist eine wesentliche Voraussetzung, um das disruptive Potenzial von KI und Big Data zu nutzen. In der Schweiz soll 2020 das neue Gesundheitsberufegesetz (GesBG) in Kraft treten und die Gesundheitsberufe auf den richtigen Weg bringen, aber die Fortschritte sind sehr langsam.
- Institutioneller und politischer Rahmen in der Schweiz: Die stark dezentralisierte bzw. kantonale Organisation des Schweizer Gesundheitswesens wirkt sich auf vielen Ebenen auf die Innovation aus.

Initiativen von Bund und Kantonen

Im Zeitalter von KI und Big Data kommt den Netzwerken eine ungeheure Macht zu. Der Wert neuer Dienstleistungen, bei denen das Sammeln und die Verarbeitung von Daten kombiniert werden, um die prädiktive Analyse zu entwickeln, hängt stark von der Grösse des jeweiligen Patienten- oder Spitalnetzwerks ab. Diesbezüglich erscheinen die Kantonsgrenzen als sehr eng, und der funktionale Raum von Innovationen deckt sich nicht mit den Kantonsgrenzen. Es ist unverzichtbar, auf funktionale Räume zu setzen, mit denen kantonale Grenzen überwunden werden können, und diese Logik weit über die geografische Dimension hinaus auf Themen wie neue innovative Dienstleistungen im Gesundheitswesen anzuwenden.

Den grössten Einfluss auf die Innovation haben die Kantone vielleicht im Bereich Organisation und Koordination des digitalen Wandels bei den Akteuren des Gesundheitswesens. Dies gilt insbesondere für diejenigen, die über ein Universitätsspital und höhere Bildungseinrichtungen verfügen (z.B. Genf, Waadt, Basel, Bern und Zürich). Dabei geht es beispielsweise um die Ernennung

eines medizinischen Leiters für eine bessere Koordinierung zwischen der ETH, der Universität Zürich und den Spitälern, die enge Zusammenarbeit zwischen dem Waadtländer Universitätsspital CHUV und der IC School der EPFL, die langjährige Zusammenarbeit zwischen der Universität und dem Spital Basel sowie die Rolle von Fachhochschulen im Zusammenhang mit vielen Partnerschaften (Zusammenfassung aller relevanten Fachrichtungen von Computerwissenschaften bis Gesundheitsversorgung unter einem Dach).

Die von Bund und Kantonen erarbeitete Strategie «eHealth Schweiz 2.0» bietet einen Rahmen für die Entwicklung verschiedener Initiativen, um digitale Möglichkeiten für eine bessere Koordinierung der Gesundheitsversorgung und die Innovationsförderung zu nutzen. Ein gutes Beispiel in diesem Zusammenhang ist das elektronische Patientendossier (EPD). Rechtlich gesehen (Bundesgesetz über das elektronische Patientendossier und Bundesgesetz über die Forschung am Menschen) liegen die wichtigen Entscheidungen über die Erhebung, Aufnahme, Löschung und Nutzung der Daten beim Patienten, der Informationen hinzufügen oder löschen und nicht gezwungen werden kann, beim EPD mitzumachen. Das beschränkt die Möglichkeit, ein System mit den Daten aller Personen zu entwickeln. Des Weiteren herrscht weiterhin Rechtsunsicherheit bei der Frage, ob Daten aus dem EPD der Forschung zugänglich gemacht werden können. In diesem Zusammenhang besteht die reelle Gefahr, Chancen zu verpassen, obwohl zurzeit politische Vorstösse laufen, um diese rechtliche Situation zu ändern.

Schliesslich könnte auch der rechtliche Rahmen für das Krankenversicherungssystem geändert werden, damit Innovationen nicht behindert werden. Dies wird beispielsweise im Bericht Kostendämpfungsmassnahmen zur Entlastung der obligatorischen Krankenpflegeversicherung (2017) vorgeschlagen: Im KVG soll ein Experimentierartikel eingefügt werden, der Innovationen und die Erprobung neuer Modelle zur Kostendämpfung ermöglichen soll.

3.4.5 Fazit

Angesichts der Herausforderungen und Chancen von KI und Big Data als Technologien, die zahlreiche Lösungen für die Beseitigung operativer Ineffizienzen bei der Organisation des Gesundheitswesens bieten, zu intelligenteren Prozessen bei der Erbringung und Koordinierung von Gesundheitsleistungen führen und somit neue Quellen für Produktivitätssteigerungen erschliessen können, steht das Schweizer Gesundheitswesen am Scheideweg. Es profitiert von einem hohen Angebot an wissenschaftlichen Erkenntnissen und akademischen Qualifikationen, von innovativen Institutionen und institutionellen Netzwerken auf Bundes- und Kantonsebene im Bereich KI- und Big Data-gestützter Gesundheitsanwendungen sowie von einer erheblichen Anzahl unternehmerischer Initiativen, mit denen neue Geschäftsmodelle entwickelt und getestet werden – mit Cutlers Worten: «Yes, healthcare entrepreneurs are now here!» Eine so kräftige Angebotsdynamik sollte zur Entwicklung

und Verbreitung zahlreicher innovativer Lösungen für viele Koordinierungs- und Umsetzungsprobleme im Gesundheitswesen führen. Das System ist jedoch auf der Nachfrageseite²⁷ noch nicht ganz bereit, um die sich abzeichnende Revolution vollumfänglich zu nutzen. Abgesehen von einigen bedeutenden Ausnahmen ist klar, dass die Spitäler den digitalen Wandel vor allem bei der Nutzung von Big Data und prädiktiver Analytik zur Unterstützung medizinischer und klinischer Prozesse sowie für bessere operative Entscheidungen noch nicht vollzogen haben. Dieser Wandel ist mit zahlreichen Herausforderungen bei der Ausbildung des Personals und neuen Arten von Qualifikationen in den Spitälern, hohen Investitionen in physische Infrastrukturen und soliden Mechanismen für die Koordination mit grundlegenden KI- und Datenwissenschaftsinstitutionen sowie der Entstehung einer neuen «epistemischen Kultur» verbunden. In diesem Zusammenhang kommt die übliche «GPT-Geschichte» (siehe Fussnote 12) zum Tragen, gemäss der die Nutzung des Produktivitätspotenzials von GPT (wie KI und Big Data) grössere Änderungen bezüglich Organisation und Zusammensetzung des Personals erfordert, die Zeit brauchen und mit hohen Anpassungskosten sowie Umstrukturierungsverzögerungen verbunden sind. Aus offensichtlichen Gründen könnten diese Verzögerungen im Gesundheitswesen grösser sein als in den meisten anderen Dienstleistungssektoren.

3.4.6 Methodik

Publikationsdaten

Mit der Datenbank Scopus wurden Publikationsdaten zum Thema Machine Learning gesammelt. Um die Publikationen über Machine Learning im Gesundheitswesen zu erfassen, wurde in der Scopus-Datenbank eine Suchanfrage nach typischen Wortkombinationen im Zusammenhang mit Machine Learning in den Titeln, Keywords und Abstracts von wissenschaftlichen Artikeln durchgeführt. Die Wahl der Wortkombination in der Abfrage basiert auf den Arbeiten der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO) zur Erstellung einer Gesamtschau der Innovation im Bereich der künstlichen Intelligenz. Nach der Erhebung aller Publikationen zum Thema Machine Learning wurde der Datensatz, basierend auf der Fachkategorisierung von Scopus, auf die folgenden medizinischen Fachgebiete eingeschränkt: Medizin, Neurologie, Psychologie, Gesundheitsberufe, Zahnmedizin, Immunologie, Krankenpflege und Tiermedizin.

Patentdaten

Patentdaten wurden mithilfe der Datenbank Patstat gesammelt. Es wurde die von der WIPO angewendete Abfrage zur Identifizierung von Patenten im Bereich Machine Learning verwendet. Dabei wurden die Patente sowohl gestützt auf die IPC-Codes als auch auf eine Wortkombination im Zusammenhang mit Machine Learning ausgewählt. Nach dem Aufbau einer Datenbank für Pa-

tente zu Machine Learning wurde die Stichprobe auf Patente mit medizinischer Anwendung beschränkt, indem diese mit IPC-Codes in Medizintechnik herausgefiltert wurden (IPC-Codes A61B, C, D, F, G, H, J, L, M, N; basierend auf der Klassifizierung der WIPO).

Spitalumfrage

Für die Liste der Schweizer Spitäler wurden diejenigen medizinischen Institutionen ausgewählt, die im Durchschnitt mindestens 10 000 medizinische Eingriffe (Beratung, Operation usw.) pro Jahr durchführen. Danach wurden auf deren offiziellen Websites die jeweiligen Kontaktdaten ausfindig gemacht. Die endgültige Liste umfasste 229 Institutionen in der ganzen Schweiz. Die Umfrage bestand aus 23 Fragen zum Einsatz von künstlicher Intelligenz und Big-Data-Techniken in den Spitälern. Auf die Umfrage gingen 62 Antworten mit 34 vollständig ausgefüllten Fragebogen ein.²⁸

3.5 Schlussfolgerungen

Ausgehend von den in der Einleitung erwähnten Fragestellungen führen die Fallstudien zu Innovationen in den Bereichen KIBS, Banken und Gesundheit zu folgenden Schlussfolgerungen. Dabei sind die grosse Heterogenität und Diversität der Dienstleistungen zu beachten, welche allgemein gültige Aussagen kaum zulassen.

1) Zwischen Innovationen im Bereich der untersuchten Dienstleistungen und eher herkömmlichen Innovationen in der Industrie bestehen grundlegende Unterschiede.

- Im Unterschied zu den Prozess- und Produktinnovationen etablierter Industrieunternehmen geht es bei Innovationen von Diensten wie KIBS oder FinTech oft um neue Betriebs- und Geschäftsmodelle. Innovationen betreffen die Kundenschnittstelle und überschreiten die Grenzen einzelner Unternehmen. Innovationen mit KIBS im Zusammenhang mit Digitalisierung bewirken oft einen eigentlichen Transformationsprozess der Unternehmen, ihrer Organisation und des Zusammenspiels mit Kunden und Partnern.
- KIBS-Leistungen werden in Ko-Kreation durch gemeinsames Lernen und Entwickeln von Anbietern und Nachfragern im Zuge der Erarbeitung kundenspezifischer Lösungen erbracht. Damit finden auch KIBS-Innovationen meist über Kooperationen in einem Verbund statt, über Learning by Doing anhand eines konkret zu lösenden Falls. Sie haben eine gewisse Einzigartigkeit und sind kaum reproduzierbar.

2) Durch Digitalisierung ermöglichte Innovationen in den analysierten Diensten haben folgende Effekte auf den Strukturwandel:

- Das Potenzial der Digitalisierungsinnovationen für disruptive Änderungen bei Diensten ist gross. Treiber solcher Änderungen sind aufgrund der technologischen Entwicklung ermöglichte neue Geschäftsmodelle. Viele werden über Start-up-Unternehmen realisiert. Die Gründungsrate (Zahl der Gründungen in Relation zum Gesamtbestand an Unternehmen) ist bei KIBS überdurchschnittlich hoch.

²⁷ Der Begriff «Nachfrageseite» ist an dieser Stelle nicht ganz korrekt, weil Spitäler eine zentrale Rolle bei der gemeinsamen Erarbeitung von KI- und Big-Data-Anwendungen spielen.

²⁸ Nicolas Rosat (DSI-CHUV) lieferte Inputs zu einer ersten Version der Umfrage.

- Der Anteil der KIS an der gesamten Wertschöpfung ist in der Schweiz im internationalen Vergleich hoch und weiter steigend. Digitalisierung verändert Wertschöpfungsmuster und Zusammenhänge in den Wertschöpfungsketten nachhaltig und rasant. Die Verteilung der Wertschöpfungsanteile auf die verschiedenen Akteure verändert sich. Neue Akteure gewinnen Anteile. Die Position bestehender Akteure ändert sich unter Umständen stark. So konnte der Bereich Erbringung von Dienstleistungen, die in engem Zusammenhang mit Kreditinstituten stehen, ohne diese jedoch einzuschliessen, insbesondere die Bereitstellung physischer und elektronischer Marktplätze, um den Handel mit Finanzprodukten zu erleichtern, seinen Wertschöpfungsanteil deutlich steigern. Dies dürfte unter anderem mit dem Aufkommen von FinTech-Aktivitäten zusammenhängen.
 - Bei den modernen (wissensintensiven) Dienstleistungen liegen die Werte der Indikatoren Innovationen, Umsatzanteil innovativer Produkte und innovationsbedingte Kostensenkungen leicht bis deutlich unter denjenigen der Gesamtwirtschaft. Im zeitlichen Trend unterscheiden sich die beiden jedoch kaum (Spescha & Wörter, 2018).
 - Sowohl auf der Input- wie auf der Output-Seite ist in fast allen erhobenen Kategorien der Innovation moderner Dienstleistungen eine Abnahme festzustellen. Auch hat sich die Arbeitsproduktivität der KIS-Unternehmen seit 2007 zurückgebildet und liegt 2015 leicht unter dem Niveau von 2003 (Schiersch & Gehrke, 2018). Da weniger produktiv und weniger innovativ, dürfte auch der Beitrag und die Unterstützung der KIS-Unternehmen als Innovationsvermittler und -motor und damit zur Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz tendenziell abgenommen haben.
 - Gesundheitsdienstleistungen sind in Bereichen wie Bereitstellung, Erbringung und Koordination durch Innovation notorisch nur schwer zu verbessern. Wie bei vielen Dienstleistungen bietet der Gesundheitssektor intelligenten Arbeitskräften Raum zum Lernen, zum Verbessern von Praktiken und zum Testen neuer Arbeitsweisen. Das Gesundheitswesen ist auch ein grosser Anwender und Integrator von IKT-Innovationen. Formelle Innovationsprozesse auf der Grundlage von Forschung und Entwicklung sind dabei von untergeordneter Bedeutung. Eine Reihe von Hindernissen und Schwierigkeiten erschweren es Unternehmern, in diese Branche einzusteigen, um neue Geschäftsmodelle zu testen. Innovation ist daher sehr informell (Learning by Doing) und / oder dominiert von Technologieanbietern, zum Beispiel im Bereich der IKT-Infrastruktur.
- 3) Es bestehen bedeutende Innovationspotenziale zur Steigerung der Produktivität verschiedener Dienstleistungen, aber auch wirkliche Hemmnisse.
- Grössere Potenziale zur Produktivitätssteigerung bestehen vor allem in der Entfaltung und Weiterentwicklung neuer Betriebs- und Geschäftsmodelle, in der Neugestaltung der Organisation und dem Einsatz von angemessen qualifiziertem Personal.
 - Viele Innovationen bei Dienstleistungen können nicht im Labor entwickelt und danach an den Markt gebracht werden. Vielmehr geht es um eine Entwicklung durch Ausprobieren in der Praxis, also um Experimente, Versuch und Irrtum-Methode sowie Feldtests. Die Politik sollte dafür angemessene Erleichterungen und Freiräume anbieten. Dazu sollten sich auch Start-ups möglichst einfach bilden und entfalten können. Im Finanzbereich hat der Gesetzgeber positive Ansätze in die Wege geleitet.
- Die Schweiz ist für den digitalen Wandel in Bereichen wie Infrastruktur, Hard- und Software, qualifiziertes Personal und Regulierung grundsätzlich gut gerüstet. Die Umsetzung und Realisierung der vorhandenen Chancen sind aber mässig. Gründe liegen zu einem grossen Teil bei den Nachfragern, den Entscheidungsträgern für die Anwendung. Zu beobachten sind Risikoaversion, zu geringer Wettbewerbsdruck und unternehmensinterne kulturelle Barrieren.
 - Im Fall der Gesundheitsfürsorge prognostizieren mehrere Studien eine bedeutende schockartige Verbesserung des Produktivitätswachstums. Dies könnte zu einem erheblichen Aufholen dieses Sektors gegenüber den in der Produktivität führenden Sektoren beitragen. Und dies wiederum könnte dämpfende Auswirkungen auf die steigenden Gesundheitsausgaben haben, um andere kostentreibende Auswirkungen (wie demographische Faktoren, Einwanderung usw.) zumindest auszugleichen. Ein weiterer potenzieller struktureller Wandel besteht darin, dass die Digitalisierung neuen Akteuren wie Start-ups, aber auch grossen Unternehmen, die anspruchsvolle Big Data-Analysen mit starken Engineering-Kapazitäten kombinieren können (wie Google oder Siemens), Zugang zum Gesundheitswesen bietet.
- 4) Aus- und Weiterbildung sowie die Intensivierung der Vernetzung können wesentlich zur Stärkung der wissensintensiven Dienstleistungsinnovationen beitragen.
- Im Zuge einer optimalen Nutzung des Potenzials der Digitalisierung spielt die Integration und damit das möglichst offene und synergetische Zusammenspiel der drei Bereiche Technologie (ICT / Informatik), das eigentliche Geschäft, der Business Case (Finance, Gesundheitsdienstleistungen etc.) sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen (Legal Affairs, Compliance etc.) eine zentrale Rolle. Qualifiziertes Personal, das diese Aspekte integrieren kann, ist unabdingbar. Deshalb sollten Bildungsangebote diese drei Bereiche einander problemorientiert näherbringen. Dementsprechend sollten entsprechender Curricula-Angebote sowohl auf der Tertiärstufe (ETH und kantonale Universitäten und Fachhochschulen) wie auch in der Berufsbildung entwickelt werden.
 - Ähnliches gilt für die Aus- und Weiterbildung im Gesundheitsbereich zur Ausschöpfung von AI und Big Data. Wünschbar wären Lehrpläne, die neue Ingenieurfähigkeiten wie Datenanalyse und -forschung, kombiniert mit Fähigkeiten wie kritischem Denken, Entscheidungsfindung und zwischenmenschlichen Fähigkeiten einschliessen und vermitteln.
 - Chancen der Kooperation sind proaktiv zu nutzen. Zusammenarbeit zwischen Gruppen von Banken oder von Spitälern zur Entwicklung und Anwendung von Dienstleistungsinnovationen und damit verbundenen gemeinsamen Infrastrukturlösungen kann deutliche Kosteneinsparungen, Effizienzsteigerungen und qualitativ bessere Dienste bringen.
 - Wirksame Barrieren für Innovationen im Gesundheitswesen betreffen Kapazität, Vorbereitung und Bereitschaft von Interessengruppen, neue Systeme der Gesundheitsfürsorge einzuführen, einzusetzen und anzuwenden, die auf maschinellem Lernen und Big Data basieren. Dies gilt sowohl auf der Angebotsseite bei

Ärzten, Technikern und Pflegepersonal wie auch auf der Nachfrageseite bei Patienten. Dies bringt viele Herausforderungen mit sich, zum Beispiel die Notwendigkeit einer beruflichen Entwicklung im Hinblick auf neue Fähigkeiten und Kompetenzen, die positive Einstellung der Patienten gegenüber Nutzung und Weitergabe privater klinischer Daten, die Neuorganisation und das Re-Engineering vieler Prozesse der Gesundheitsversorgung und -koordination wie auch eine dramatische Veränderung in der vorherrschenden epistemischen Kultur auf Seiten der Ärzteschaft.

5) Für das Monitoring von Innovationen im Dienstleistungssektor sind die etablierten und quantitativen Innovationserhebungen anzupassen und zu erweitern, um die spezifischen Eigenheiten der Dienstleistungsinnovationen besser zu erfassen.

- Die bisherigen standardisierten und routinemässig durchgeführt quantitativen Innovationserhebungen mit Input- und Output-Indikatoren wie F&E-Ausgaben oder Patente erfassen typische Eigenheiten von Dienstleistungsinnovationen nicht oder schlecht und sind dafür nicht wirklich informativ. Beispiele solcher Eigenheiten sind die Entwicklung von Innovationen in enger Zusammenarbeit von Anbietern und Nutzern (Ko-Kreation) bis hin zu Interaktionen in lernenden Systemen, die verstärkt proaktive Rolle der Nutzer der Innovation oder der Fokus auf neue Geschäftsmodelle mit der damit verbundenen Transformation von Unternehmen und Kundenbeziehungen. Innovationen in Verbindung mit Digitalisierung und neuen Geschäftsmodellen stützen sich wesentlich auf Datenerfassung und -zugriff sowie prädiktive und präskriptive Analysen ab oder auf Aufbau und Nutzung virtueller Marktplätze.
- Für das Innovationsmonitoring müssen deshalb neue Indikatoren entwickelt werden, die näher an dem zugrundeliegenden Konzept der Dienstleistungs- und im Speziellen der damit verbundenen digitalen Innovationen liegen. Dabei sollten vermehrt verschiedene Arten von Innovationskooperationen und Entwicklungsarbeiten in Netzwerken (Netzwerkanalysen) erfasst und beurteilt werden.
- Die grosse Heterogenität und Diversität der Dienste und der spezifische Charakter dieser Innovationen dürften nur schwer mit neu zu entwickelnden quantitativen Indikatoren zu erfassen sein. Deshalb könnten bereichsspezifische Fallstudien zu Dienstleistungsinnovationen sehr nützlich sein. Solche Fallstudien sollten ganze Wertschöpfungsketten oder -systeme im Blick haben und Veränderungen von deren Aufbau und Funktionsweise wie auch in der Verteilung von Wertschöpfungsanteilen im Zuge von Innovationsaktivitäten untersuchen.





TEIL C: EINLEITUNG ZU STUDIEN 4 & 5

Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz



Die Studien 4 und 5 analysieren den Wissens- und Technologietransfer (WTT) zwischen den Hochschulen und der Privatwirtschaft. Die Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich untersuchte die Unternehmensseite und die Hochschule für Wirtschaft der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) die Rolle der wissenschaftlichen Institute. Dabei wurde je eine Erhebung für die Unternehmensseite und die wissenschaftlichen Institute durchgeführt. Die Einleitung stellt die wichtigsten Ergebnisse anhand von einigen wesentlichen gemeinsamen Indikatoren dar.¹ Die Details zu den beiden Erhebungen und detaillierte Auswertungen finden sich in den nachfolgenden Kapiteln.

Häufigkeit des WTT

Rund ein Viertel der Unternehmen hatte WTT-Kontakte mit Schweizer Hochschulen und rund 5 % (auch) mit ausländischen Hochschulen; das zeigt die grosse Bedeutung des inländischen Hochschulsektors für die Schweizer Unternehmen gegenüber dem ausländischen Hochschulsektor (Abbildung C 4 / 5.1). Die wissenschaftlichen Institute haben ebenfalls häufiger WTT-Kontakte mit inländischen Unternehmen (78 %) als mit ausländischen (61 %). Mehr als die Hälfte der Institute gibt an, sowohl mit in- wie auch ausländischen Partnern Wissen auszutauschen. Die Hochschulen in der Schweiz sind somit auch für ausländische Unternehmen häufig interessante WTT-Partner und können ihre Forschung durch den Zugang zu Wissen und Know-how im Ausland stärken.

Formen des WTT

a) Vergleich der Kategorien des WTT

WTT kann verschiedene, spezifische Formen von einfachen persönlichen Kontakten bis hin zu formellen Verträgen der Zusammenarbeit annehmen. Wenn man diese Einzelformen der Übersicht halber zu Kategorien zusammenführt, sieht man, dass die Unternehmen wie auch die wissenschaftlichen Institute häufig auf informelle Kontakte und bildungsbasierte Transferformen setzen (Abbildung C 4 / 5.2a). Forschung und Entwicklung haben aus Sicht der Institute einen deutlich höheren Stellenwert als Transfermechanismus als aus Sicht der Unternehmen.

b) Vergleich der wichtigsten Einzelformen des WTT

Die häufigste Einzelform des WTT ist der informelle Kontakt von Unternehmen zu Hochschulangehörigen zum Beispiel über Telefonate oder per E-Mail (Abbildung C 4 / 5.2b). Weitere Einzelformen der Kategorie «Informelle Kontakte» sind Besuche von Konferenzen, Ausstellungen, Workshops und ähnlichen Anlässen an öffentlichen Forschungsinstitutionen sowie das Konsultieren von wissenschaftlichen Publikationen – letzteres erfahren die Forschenden oftmals gar nicht, weshalb es von diesen weniger oft als wichtiger Mechanismus im Wissensaustausch genannt wird.

Die wichtigsten bildungsbasierten Einzelformen des WTT sind für die Unternehmen die Rekrutierung von Hochschulabsolventen sowie der Besuch von Weiterbildungskursen der Mitarbeitenden an Hochschulen. Für Wissenschaftsinstitute spielen Kontakte zu Absolventen in der Wirtschaft, Studierendenpraktika und Abschlussarbeiten in Kooperation mit Unternehmen eine grössere Rolle. Forschungsk Kooperationen werden von rund 55 % der Institute als bedeutender Wissensaustauschmechanismus bezeichnet und Auftragsforschung von knapp einem Drittel.

Motive für den WTT

Das wichtigste Motiv für den WTT aus Perspektive der Unternehmen ist die Akquisition von spezifischen Fähigkeiten als Ergänzung zu internem Know-how. Vergleichbar mit den wichtigsten Transferformen sind die Rekrutierung von Absolventen sowie die Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitenden ebenfalls wichtige Motive für den WTT (Abbildung C 4 / 5.3). Auf Seite der Institute stehen wissens- und anwendungsbezogene Motive für den Wissensaustausch an erster Stelle, gefolgt von finanziellen Motiven.

Hemmnisse für den WTT

In Abbildung C 4 / 5.4 sind die bedeutendsten Hemmnisse des WTT aus Sicht der Unternehmen den bedeutendsten Hemmnissen der wissenschaftlichen Institute gegenübergestellt. Dabei wird zwischen WTT-aktiven und -inaktiven Instituten beziehungsweise Unternehmen unterschieden.

Aus Sicht der WTT-inaktiven Unternehmen sind insbesondere der Mangel an zeitlichen Ressourcen, mangelndes Interesse an der Hochschulforschung, eine geringe kommerzielle Verwertung von Forschungsergebnissen und fehlende finanzielle Mittel innerhalb der Unternehmung wesentliche Hemmnisse für die erstmalige Aufnahme von WTT-Aktivitäten (die Hemmnisse sind dann Eintrittsbarrieren). Interessanterweise sehen die WTT-inaktiven Institute an erster Stelle mangelndes Interesse der Unternehmen als Hemmnis für den Wissensaustausch. Fehlende Ressourcen halten sie für weniger bedeutend, was aber nicht zuletzt daran liegen dürfte, dass sie mangels der Zusammenarbeit mit Unternehmen keinen wirklichen Einblick in deren Probleme haben. An zweiter und dritter Stelle folgen interne Gründe der Institute, nämlich zeitliche und andere Konflikte mit Lehre und Forschung.

Andere Hemmnisse sind ein mangelndes Interesse an wissenschaftlichen Projekten sowie ein erwartetes Desinteresse der Hochschulen an firmenspezifischen Forschungsfragen. In den Instituten stehen wiederum die Lehrbelastung im Vordergrund sowie fehlende Finanzierungen in Unternehmen selbst und bei anderen möglichen Geldgeber. Spezifische Eintrittsbarrieren sind zudem die Schwierigkeit, den richtigen Ansprechpartner an Hochschulen zu finden, und aufwendige Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren.

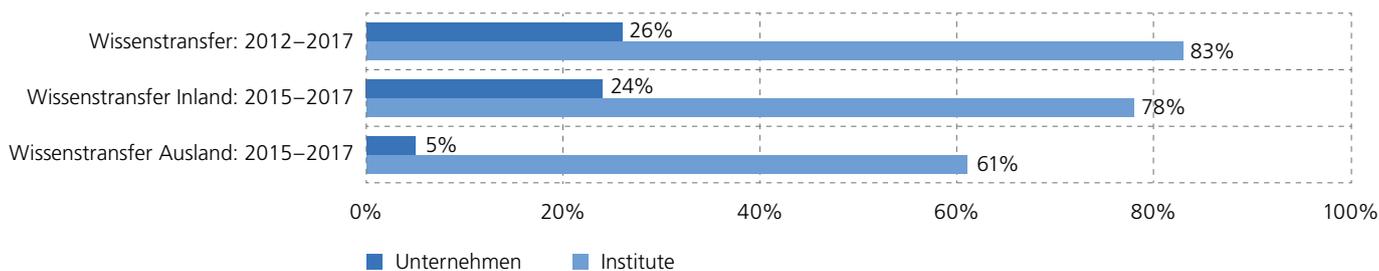
Es gilt hierbei noch anzumerken, dass die angesprochenen Hemmnisse auch für die Intensivierung bestehender WTT-Beziehungen in Unternehmen häufig von grosser Bedeutung sind.

¹ Da die beiden Studien einen unterschiedlichen Fokus haben, wurden in den beiden Erhebungen nicht exakt dieselben Kategorien verwendet. Deshalb kann es zwischen den in dieser Einleitung und den nachfolgend in den Studien präsentierten Ergebnissen leichte Abweichungen geben (zum Beispiel bezüglich Formen, Motiven und Hemmnissen für WTT). Diese Abweichungen beeinflussen aber die wichtigsten Ergebnisse nicht.

Fazit

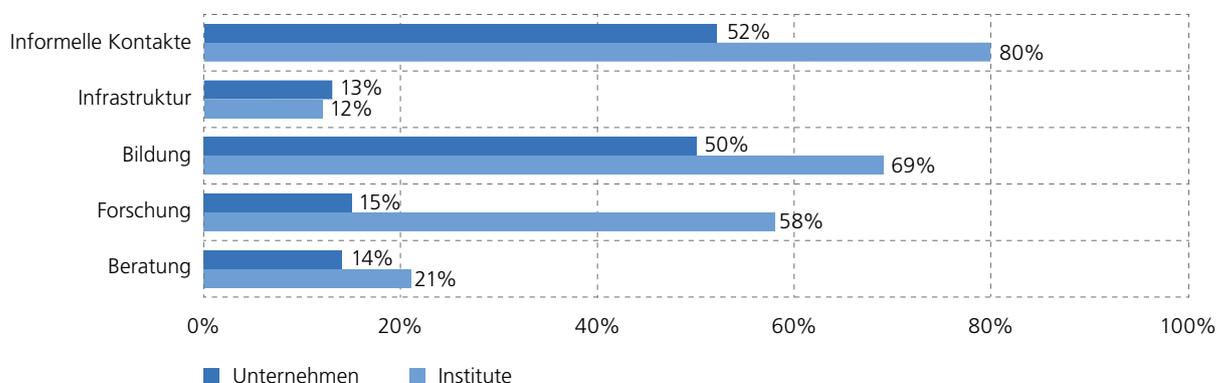
Rund 25 % der Unternehmen und ungefähr 80 % der wissenschaftlichen Institutionen haben im Beobachtungszeitraum von 2012 bis 2017 WTT betrieben. Mehrheitlich läuft dieser über informelle, persönliche Kontakte. Die Suche nach spezifischen Fähigkeiten als Ergänzung zu internem Know-how und die Rekrutierung von Absolventen sind die wichtigsten Motive für den WTT auf Unternehmensseite. Auf Seiten der wissenschaftlichen Institutionen sind es die Stärkung der wissenschaftlichen Forschung und die Lösung praktischer Probleme in Wirtschaft, Gesellschaft und Technik. Die Aufnahme oder Intensivierung von WTT-Aktivitäten scheitert jedoch oft an gegenseitig erwartetem Desinteresse, zu wenigen Ressourcen und Finanzierungsschwierigkeiten. WTT-betreibende Unternehmen weisen darauf hin, dass ihnen Ansprechpartner für den WTT an wissenschaftlichen Institutionen fehlen.

Abbildung C 4/5.1: Häufigkeit des WTT



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018); KOF-WTT Erhebung (2018)

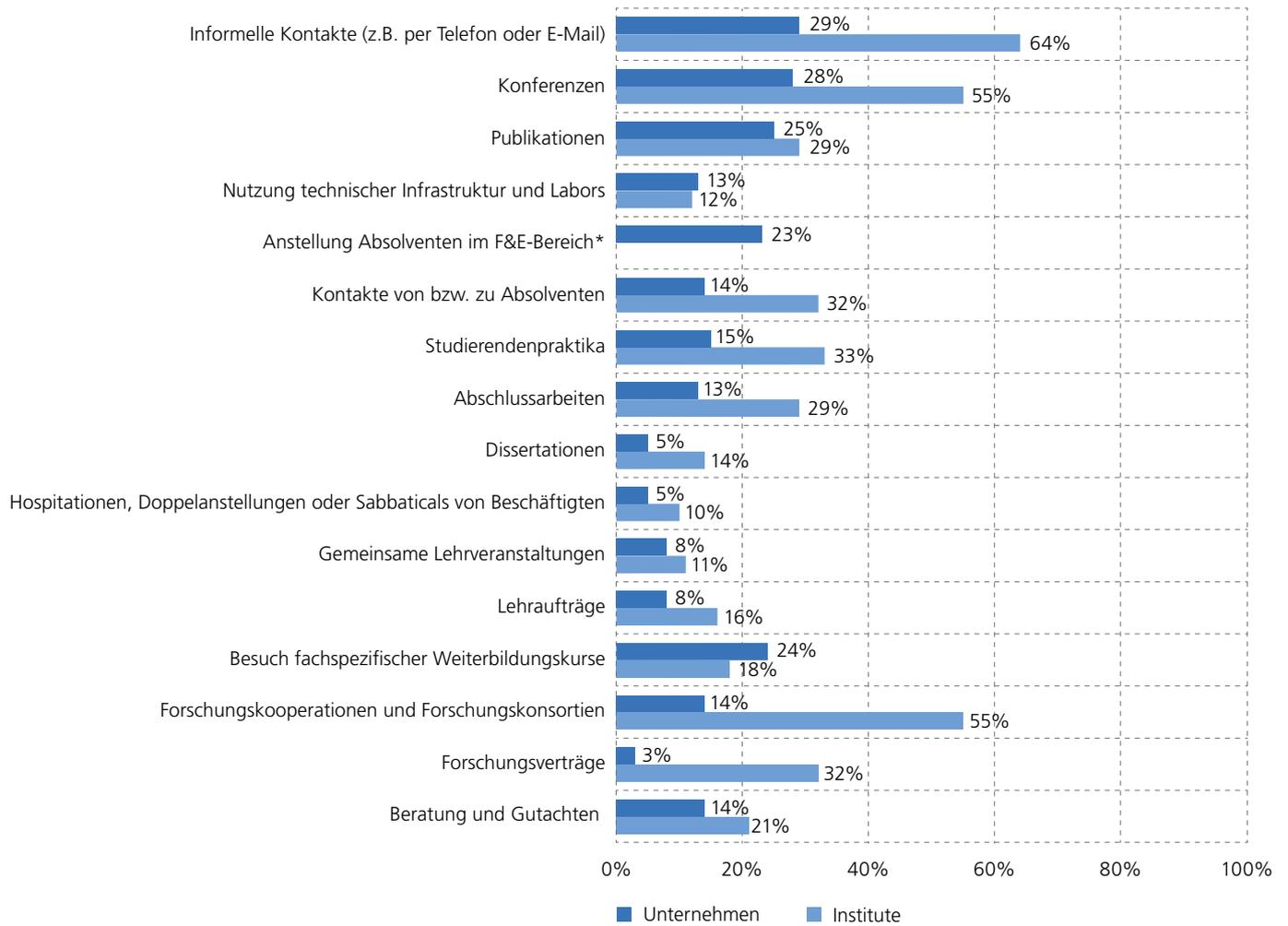
Abbildung C 4/5.2a: Vergleich der Formen des WTT pro Kategorie, 2012–2017



Die Abbildung vergleicht den Anteil der schweizerischen Unternehmen respektive wissenschaftlichen Institute, die zwischen 2012 und 2017 WTT betrieben und mindestens einer Einzelform innerhalb der Kategorien von WTT-Formen eine hohe bis sehr hohe Bedeutung zugemessen haben (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Ordinalskala).

Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018); KOF-WTT Erhebung (2018)

Abbildung C 4/5.2b: Vergleich der Formen des WTT pro Einzelform, 2012–2017



*Keine Angabe für die Institute

Die Abbildung vergleicht den Anteil der schweizerischen Unternehmen respektive Institute, die zwischen 2012 und 2017 WTT betrieben und einer der Einzelformen eine hohe bis sehr hohe Bedeutung zugemessen haben (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Ordinalskala).

Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018); KOF-WTT Erhebung (2018)

Abbildung C 4/5.3: Wichtigste Motive für den WTT in WTT-aktiven Unternehmen und Instituten

Institute	Unternehmen
I. Stärkung der wissenschaftlichen Forschung des Instituts II. Lösung praktischer Probleme in Wirtschaft, Gesellschaft oder Technik III. Zusätzliche Mittel für Forschung, Infrastruktur, Ausbildung etc.	I. Spezifische Fähigkeiten als Ergänzung zu internem Know-how II. Rekrutierung Absolventen III. Aus-/Weiterbildung der Mitarbeitenden IV. Anwendung von Forschungsergebnissen zur Entwicklung neuer Prozesse

Die Abbildung zeigt die wichtigsten Motive von WTT-aktiven Instituten beziehungsweise Unternehmen. Die Grafik zeigt das Top-Quartil, sprich die 25% aller Einzelmotive mit hoher oder sehr hoher Relevanz (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Ordinalskala), die am häufigsten genannt wurden. Die Motive sind nach Häufigkeit der Nennung sortiert, wobei ein numerisch tieferer Wert für eine häufigere Nennung steht.

Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018); KOF-WTT Erhebung (2018)

Abbildung C 4/5.4: Wichtigste Hemmnisse des WTT

	Institute	Unternehmen
WTT-aktiv	I. Zu hohe Belastung durch Lehre oder andere Aufgaben (Administration, praktische Arbeit etc.) II. Zu geringe Ressourcen in Unternehmen für die Arbeit mit der Wissenschaft III. Schwierigkeiten bei der Finanzierung	I. Ansprechpartner an Hochschulen II. Zeitliche Ressourcen der Unternehmen III. Mangelndes Interesse an Hochschulforschung IV. Kommerzielle Verwertung V. Finanzielle Mittel der Unternehmen VI. Genehmigungsverfahren
WTT-inaktiv	I. Mangelndes Interesse an der Arbeit oder den Themen in Unternehmen II. Zu hohe Belastung durch Lehre oder andere Aufgaben (Administration, praktische Arbeit etc.) III. Mögliche Beeinträchtigung der Kernaufgaben (z.B. in der Grundlagenforschung)	I. Zeitliche Ressourcen der Unternehmen II. Mangelndes Interesse an Hochschulforschung / wissenschaftlichen Projekten III. Erwartetes Desinteresse der Hochschulen IV. Kommerzielle Verwertung V. Finanzielle Mittel der Unternehmen

Diese Abbildung zeigt die wichtigsten Hemmnisse von WTT-aktiven und WTT-inaktiven Instituten beziehungsweise Unternehmen. Die Grafik zeigt das Top-Quartil, sprich die 25% aller Einzelhemmnisse mit hoher oder sehr hoher Relevanz (Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Ordinalskala), die am häufigsten genannt wurden. Die Hemmnisse sind nach Häufigkeit der Nennung sortiert, wobei ein numerisch tieferer Wert für eine häufigere Nennung steht.

Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018); KOF-WTT Erhebung (2018)

TEIL C: STUDIE 4

Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Unternehmen

Zusammenfassung

Die Studie untersucht die Ausprägung und die Effektivität des Wissens- und Technologietransfers (WTT) zwischen den Hochschulen und Unternehmen in der Schweiz. Dazu führten die Autoren bei rund 6000 Unternehmen eine schriftliche Umfrage durch und nahmen ökonomische Schätzungen vor. Die Studienergebnisse verdeutlichen die hohe Relevanz des WTT in der Schweiz. Informelle Kontakte sowie Aus- und Weiterbildungsaktivitäten sind die wichtigsten Transferformen. Technologietransferstellen und die Förderagentur Innosuisse sind die wesentlichsten Vermittler und Akteure des WTT. Die Institutionen des ETH-Bereichs und die Fachhochschulen sind die häufigsten Transferpartner der Unternehmen. Hemmgründe gegen den WTT haben seitens der Unternehmen im Zeitablauf insgesamt abgenommen. Oft sind fehlende Voraussetzung in den Unternehmen Hemmnis für die Beteiligung am WTT. F&E-aktive Unternehmen nennen teilweise Mängel an den Hochschulen als Eintrittsbarrieren für den WTT. Dazu zählen beispielsweise fehlende Informationen, fehlende Voraussetzungen für den Austausch von Know-how bei den Hochschulen, Kosten- und Risikoaspekte sowie organisatorische und institutionelle Hemmnisse.

Die wichtigsten Ergebnisse der Studie präsentieren sich wie folgt:

- Insgesamt zeigt sich der Anteil der WTT-aktiven Unternehmen in der Schweiz seit längerer Zeit konstant. Dabei fällt auf, dass der Anteil der WTT-aktiven Unternehmen in der Industrie sowie in der Gruppe der grossen Unternehmen im Betrachtungszeitraum 2005 bis 2018 zugenommen hat. Abgenommen haben hingegen die Transferaktivitäten der WTT-aktiven Unternehmen mit ausländischen Hochschulen.
- Informelle Kontakte sowie Aus- und Weiterbildungsaktivitäten sind die wichtigsten Transferformen. In der Hightech-Industrie sind zudem Forschungsk Kooperationen und die Nutzung der technischen Infrastruktur von Hochschulen relativ wichtig. Für Bauunternehmen hat die Bedeutung von Beratungsleistungen zugenommen.
- Technologietransferstellen und Innosuisse sind die wesentlichsten Vermittler und Förderer des WTT. Im Zeitverlauf hat vor allem die Bedeutung der Technologietransferstellen zugenommen, wobei es deutliche Unterschiede nach Sektoren gibt.
- Die Institutionen des ETH-Bereichs und die Fachhochschulen sind die häufigsten Transferpartner der Unternehmen. Die Unternehmen diversifizieren ihre Transferaktivitäten nach Hochschultypus, wobei grosse Unternehmen stärker diversifizieren als KMU.
- Zugang zu personengebundenem spezifischen Wissen ist das von den Unternehmen am häufigsten genannte Motiv für WTT. Hingegen haben finanzielle Motive für WTT an Bedeutung verloren. Im zeitlichen Verlauf zeigt sich, dass explizites Wissen, d.h. der Zugang zu Forschungsergebnissen und der Infrastruktur von Hochschulen, wichtiger geworden ist.
- Hemmgründe gegen den WTT haben seitens der Unternehmen im Zeitablauf insgesamt abgenommen. Oft sind fehlende Voraussetzung in den Unternehmen Hemmnis für die Beteiligung

- am WTT. Grosse Unternehmen und die Hightech-Industrie sind häufig durch Kosten und Risiken, welche mit dem Wissenstransfer verbunden sind, gehemmt.
- Höhere Forschungs- und Entwicklungsausgaben, ein höheres Bildungsniveau, eine offene Innovationskultur und Exportorientierung stehen in Zusammenhang mit einer höheren Wahrscheinlichkeit von WTT. Ältere Unternehmen, exportorientierte Unternehmen, Unternehmen mit höheren F&E-Ausgaben oder mit einem höheren Anteil von Hochschulabgängern haben im Durchschnitt eine höhere Wahrscheinlichkeit, WTT zu betreiben, als Unternehmen, in denen diese Charakteristiken fehlen oder weniger stark ausgeprägt sind.
- WTT korreliert positiv mit dem Innovationserfolg der Unternehmen. Unternehmen, die WTT-Beziehungen mit schweizerischen Hochschulen haben, weisen eine höhere Wahrscheinlichkeit auf, neue Produkte und Prozesse hervorzubringen.
- WTT geht mit höherem kommerziellen Innovationserfolg und einer höheren Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen einher. Voraussetzung sind jedoch F&E-Investitionen seitens der Unternehmen, damit WTT-Aktivitäten auch kommerziell erfolgreich umgesetzt werden können.
- Innosuisse und EU-Programme verstärken den positiven Zusammenhang zwischen F&E-Aktivitäten und der Innovationsleistung der WTT-aktiven Unternehmen. In diesem Zusammenhang steht das Prinzip der «Open Innovation» in einem direkt positiven Zusammenhang mit der Innovationsleistung von Unternehmen.
- F&E-aktive Unternehmen nennen teilweise Mängel an den Hochschulen als Eintrittsbarrieren für den WTT. Es gibt auch eine Reihe von F&E-aktiven Unternehmen, die keinen WTT betreiben. Deren Hemmnisempfinden sollte aus wirtschaftspolitischer Sicht grosse Aufmerksamkeit geschenkt werden. Unternehmen mit F&E-Ausgaben identifizieren signifikant häufiger «fehlende Informationen», «fehlende Voraussetzungen für den Austausch von Know-how bei den Hochschulen», «Kosten- und Risikoaspekte» und «organisatorische und institutionelle Hemmnisse» als wesentliche Hindernisse für den WTT.
- Die Relevanz von WTT-Eintrittsbarrieren steht in einem Zusammenhang mit der technologischen Ausrichtung des Unternehmens. Während beispielsweise Unternehmen mit mikroelektronischer Ausrichtung häufig «fehlende Voraussetzungen bei den Hochschulen» und «organisatorische und institutionelle Hemmnisse» für wichtig erachten, sind es bei informatikorientierten Unternehmen vor allem «Kosten- und Risikoaspekte».
- Mit WTT-Erfahrung ändern sich die technologiespezifischen Hemmnisse. «Fehlende Voraussetzungen bei den Hochschulen» verliert generell an Bedeutung.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Dr. Mathias Beck, Florian Hulfeld, Dr. Andrin Spescha und Prof. Martin Wörter (ETH Zürich, KOF Konjunkturforschungsstelle) durchgeführt wurde. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBFJ veröffentlicht (www.sbfj.admin.ch).

Inhalt Studie 4

4.1	Einleitung	249
4.2	Charakteristiken des WTT	250
4.2.1	Ausmass und Entwicklung des WTT in der Schweiz	
4.2.2	Formen des WTT	
4.2.3	Vermittler und Förderer von WTT	
4.2.4	Partner für WTT	
4.2.5	Motive für WTT	
4.2.6	Charakteristiken WTT-aktiver Unternehmen	
4.3	Einfluss des WTT auf die Performance der Unter- nehmen	254
4.4	Innovationsstrategie, WTT und Unternehmens- performance.	258
4.5	WTT-fördernde und -hemmende Faktoren.	260
4.5.1	Hemmnisse des WTT	
4.5.2	WTT-Hemmnisse in Zusammenhang mit den Charakteristiken und der technologischen Ausrichtung der Unternehmen	
4.6	Schlussfolgerungen.	265

4 Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Unternehmen

4.1 Einleitung

Die Schweiz ist ein Land, in dem Unternehmen bei ihren Innovationsaktivitäten und der Diffusion von Innovationen sowie neuen Technologien relativ erfolgreich sind, wie auch der vorliegende Bericht in vielfacher Hinsicht unterstreicht. Gleichwohl zeigen die regelmässigen Innovationserhebungen, dass der Anteil der Innovatoren und der Anteil der F&E-aktiven Unternehmen in der Schweiz zurückgehen (Spescha & Wörter, 2018). Der Wissens- und Technologietransfer (WTT) zwischen Unternehmen und Hochschulen sowie Forschungseinrichtungen kann zu einer Verbesserung der Innovationsleistung der Unternehmen beitragen. Die Untersuchung dieses Zusammenhangs und mögliche Implikationen für die Wirtschaftspolitik stehen im Zentrum dieser Studie.¹

Diese Untersuchung basiert auf einer repräsentativen Erhebung, die im Jahr 2018 durchgeführt wurde, ergänzt durch die Resultate der zwei früheren Erhebungen von 2005 und 2011.²

¹ Eine Reihe von Studien hat gezeigt, dass der Wissens- und Technologietransfer (WTT), aber auch andere Formen von Open Innovation das Potenzial haben, die Innovationsfähigkeit und die Produktivität der Unternehmen zu fördern (siehe Arvanitis et al., 2008a, 2008b; Laursen & Salter 2006). Zudem beleuchtet eine Reihe von Studien konzeptionell die Beziehung zwischen Innovationspolitik und Innovationserfolg (Beck et al. 2016, Beck et al., 2018).

² Vergleichbare Erhebungen im Ausland fehlen, wodurch ein internationaler Vergleich in diesem Detaillierungsgrad nicht möglich ist.

Diese deskriptive Untersuchung wird gestützt von ökonometrischen Analysen, um Korrelationen zwischen WTT und Faktoren wie der Unternehmensperformance etc. herauszufinden.

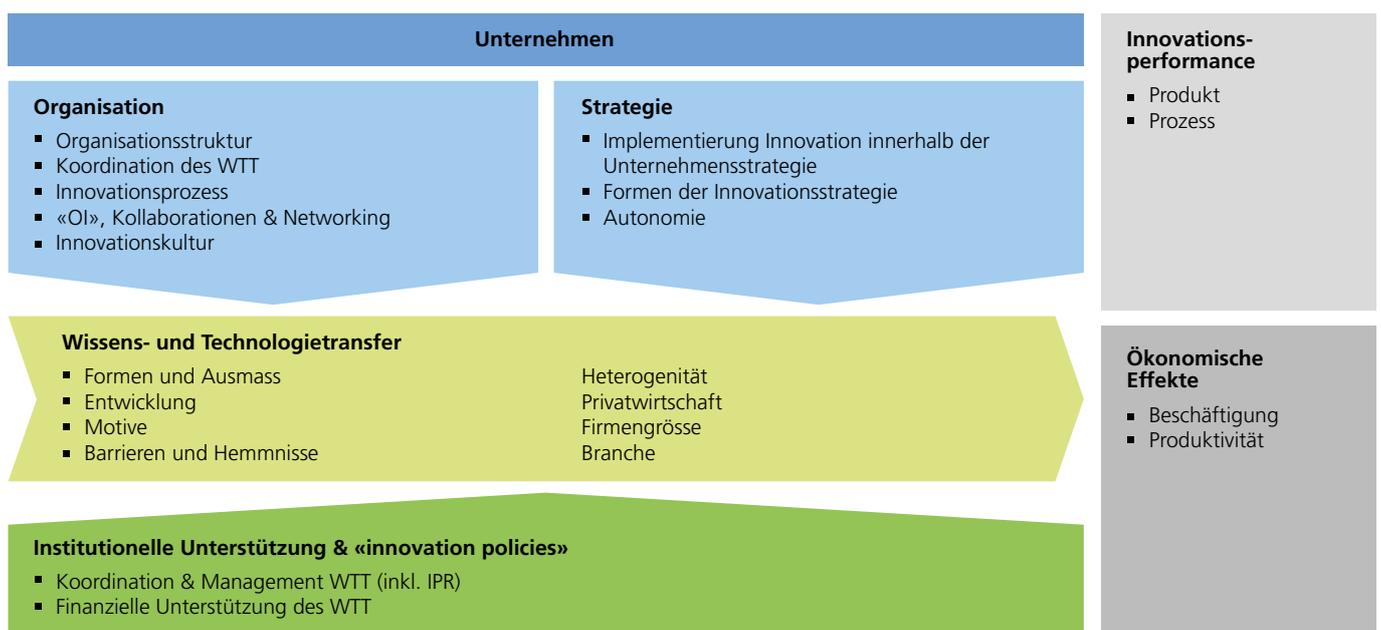
Der Einfluss von WTT auf die Unternehmensperformance hängt ab von

- institutionellen Faktoren (Management, Koordination und finanzielle Unterstützung von WTT);
- Organisation und Strategie der Unternehmen.

Abbildung C 4.1 illustriert die möglichen Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren und dem WTT in einem konzeptuellen Rahmen.³

³ Für die dargestellten Zusammenhänge ist keine Kausalität gegeben.

Abbildung C 4.1: Konzeptueller Rahmen des Wissens- und Technologietransfers



4.2 Charakteristiken des WTT

Ausgehend von den Ergebnissen der Befragung von Unternehmen über ihre WTT-Aktivitäten beschreibt dieses Kapitel die wichtigsten Merkmale von WTT in der Schweiz, nämlich: das Ausmass und die Entwicklung des WTT in der Schweiz (4.2.1), die verschiedenen Formen von WTT (4.2.2), die Vermittler und Förderer von WTT (4.2.3) sowie die Partner für WTT (4.2.4), die Motive der Unternehmen für WTT (4.2.5) und schliesslich die Merkmale der Unternehmen, die WTT durchführen (4.2.6).

4.2.1 Ausmass und Entwicklung des WTT in der Schweiz

Insgesamt zeigt sich der Anteil der WTT-aktiven Unternehmen in der Schweiz im Zeitablauf konstant: Der WTT im Inland schwankt im Untersuchungszeitraum 2005 bis 2018 zwischen 21 % und 24 %. Diese konstante Entwicklung täuscht jedoch über eine starke Zunahme von WTT bei den grossen Unternehmen und bei Unternehmen des Industriesektors hinweg. Der WTT mit ausländischen Hochschulen hingegen hat eher abgenommen (die genauen Zahlen sind in der Langversion der Studie zu finden).⁴

Deutliche Zunahme der WTT-aktiven Unternehmen in der Industrie und bei grossen Unternehmen

In der Industrie verzeichnen sowohl die Unternehmen des Hightech- als auch des Lowtech-Sektors eine Zunahme der WTT-Aktivitäten.⁵ Der Zugang zu spezifischen, ergänzenden Fähigkeiten und die Suche nach «neuen Forschungsimpulsen» sind in diesen Sektoren relativ häufig wesentliche Gründe für die Transferaktivitäten. Im Gegensatz dazu verzeichnet der Dienstleistungssektor eine leicht abnehmende Tendenz bei der WTT-Häufigkeit, die ausschliesslich durch den traditionellen Dienstleistungssektor⁶ getrieben wird.

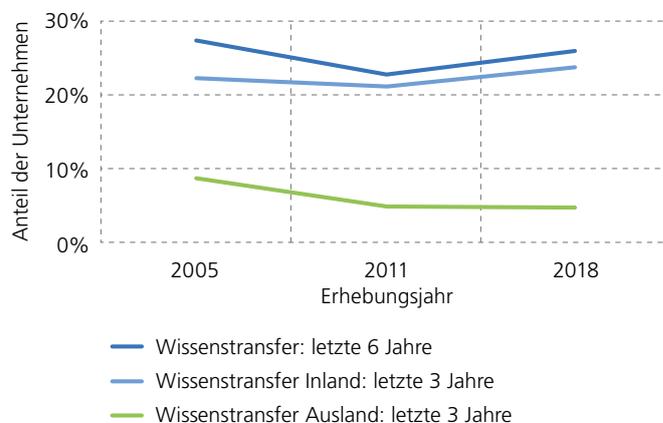
Während im Jahr 2005 noch knapp die Hälfte der grossen Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten (Vollzeitäquivalente) WTT aufwiesen, erhöhte sich dieser Anteil im Jahr 2018 auf über zwei Drittel. Im Gegensatz dazu blieb dieser Anteil bei den kleineren und mittelgrossen Unternehmen (KMUs) relativ konstant. Grosse Unternehmen betreiben nicht nur häufiger F&E, sondern verfügen in der Regel auch über vielfältigere F&E-Aktivitäten, die den Kooperationspielraum mit dem Hochschulsektor erhöhen. Zudem zeigt sich, dass Unternehmen sehr häufig Transferaktivitäten in ihrem

⁴ Diese Zusammenfassung kann nicht alle detaillierten Ergebnisse der Umfrage beschreiben. Diese sind in der Langversion des unter www.sbf.admin.ch veröffentlichten Berichts zu finden.

⁵ **Hightech-Branchen:** Chemie, Pharma, Maschinen, Elektrotechnik, Elektronik / Instrumente, Medizintechnik, Uhren, Fahrzeuge. **Lowtech-Branchen:** Nahrungsmittel / Genussmittel, Textil / Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kunststoffe, Steine & Erden, Metallherstellung, Metallherzeugnisse, Reparatur, Energie, Wasser / Umwelt, sonstige Industrie.

⁶ **Traditionelle Dienstleistungsbranchen:** Grosshandel, Detailhandel, Gastgewerbe, Verkehr / Logistik, Immobilien / Vermietung, persönliche Dienstleistungen. **Moderne Dienstleistungen:** Telekommunikation, Medien, Informationstechnologie, Banken / Versicherungen, technische Unternehmensdienstleistungen und F&E, nichttechnische Unternehmensdienstleistungen. Die Gewichtung hat bei den Teilaggregaten zum Teil einen hohen Einfluss aufgrund der geringeren Beobachtungszahl.

Abbildung C 4.2: Häufigkeit des WTT



Die Grafik zeigt den Anteil der Unternehmen, die in den drei Umfragen (2005, 2011, 2018) angegeben haben, in den Befragungszeiträumen (letzte 6 respektive 3 Jahre vor dem Erhebungsjahr) mit wissenschaftlichen Forschungsinstitutionen Wissenstransfer betrieben zu haben. Basis: alle Unternehmen. Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

technologischen Kernbereich betreiben (61 %), was bedeutet, dass der WTT zentral für deren technologischen Fortschritt ist.

4.2.2 Formen des WTT

Es gibt zahlreiche Formen des WTT, wie die Tabelle auf der folgenden Seite zeigt. Zum einen sind dies informelle Kontakte zu Hochschulen (z.B. persönliche Kontakte), zum anderen Bildungsangebote der Hochschulen. Eine gemeinsame Nutzung von Labors und technischer Infrastruktur, explizite Forschungsprojekte (z.B. Forschungskooperation oder Forschungsaufträge) oder Beratungsleistungen der Hochschulen sind weitere häufige Formen des WTT.

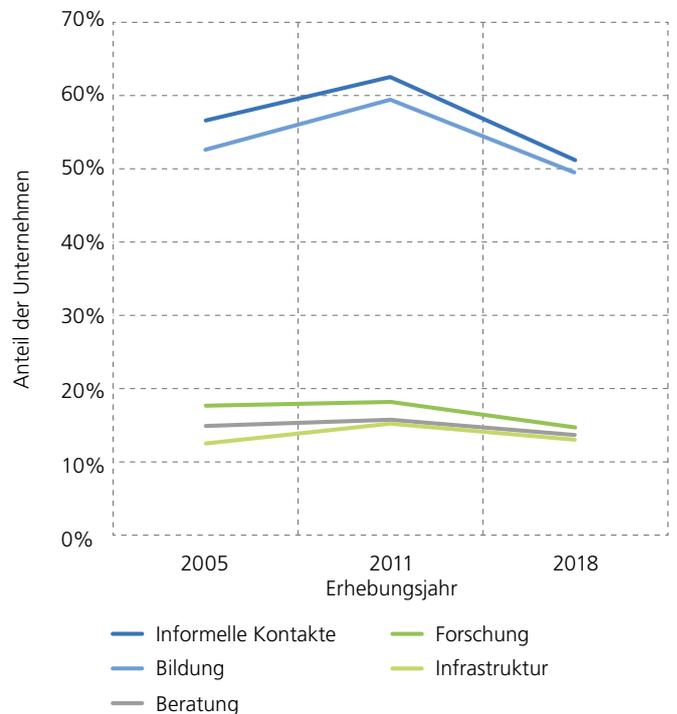
Informelle Kontakte sowie Aus- und Weiterbildungsaktivitäten sind die wichtigsten Transferformen

Informelle Kontakte und die Bildungsleistungen der Hochschule – sowohl aktuell als auch über die Zeit – sind die wesentlichsten Transferformen (Abbildung C 4.3). Zu den informellen Kontakten zählen beispielsweise das Besuchen von Konferenzen und Workshops der Hochschulen oder das Konsultieren von wissenschaftlichen Publikationen. Beispiele für die bildungsnahen Transferformen sind das Angebot von Weiterbildungskursen an Hochschulen sowie das Rekrutieren von Hochschulabsolventen.

Informelle Kontakte und Bildungsleistungen bleiben zudem unabhängig von den Unternehmenscharakteristika stets die bedeutendsten Transferformen. Forschungskooperationen und die Nutzung der technischen Infrastruktur der Hochschulen sind besonders für Hightech-Unternehmen häufig sehr wichtig. Für grosse Unternehmen stehen die Aus- und Weiterbildungskontakte sowie der Besuch von Konferenzen und Workshops der Hochschulen im Vordergrund. Die Forschungsleistungen der Hochschulen haben vor allem für die mittelständische Hightech-Wirtschaft an Relevanz gewonnen.

Transferformen	
Kategorien	Einzelformen
Informelle Kontakte	Generelle informelle Kontakte (z.B. per Telefon oder E-Mail) Konferenzen Ausstellungen, Workshops Wissenschaftliche Publikationen
Infrastruktur	Gemeinsame Labors Technische Infrastruktur
Bildung	Anstellung Hochschulabsolventen Kontakt von Hochschulabsolventen mit früherer Hochschule Praktika Abschlussarbeiten Dissertationen Mitarbeit von Hochschulwissenschaftler Gemeinsame Lehrveranstaltungen Lehrauftrag von Mitarbeitenden Weiterbildung
Forschung	Forschungskoooperation Forschungsaufträge Forschungskonsortien
Beratung	Gutachten Beratungsleistungen

Abbildung C 4.3: Formen des WTT der Schweizer Unternehmen



Die Grafik zeigt den Anteil der Unternehmen, die innerhalb der drei Befragungszeiträume mindestens einer Einzelform des Wissenstransfers innerhalb der jeweiligen Kategorie hohe Bedeutung (Werte: 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Skala) zuschrieben.

Basis: WTT-aktive Unternehmen
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

4.2.3 Vermittler und Förderer von WTT

Technologietransferstellen und Innosuisse sind die wesentlichsten Vermittler und Förderer von WTT

Zwischen einem Viertel und einem Drittel aller WTT-aktiven Unternehmen sehen die Technologietransferstellen (TTO) und die Schweizerische Förderagentur für Innovation (Innosuisse) von mittlerer bis hoher Relevanz für ihre Transferaktivitäten (Abbildung C 4.4). Im Zeitablauf haben beide Typen von Institutionen an Bedeutung gewonnen, wobei der Trend der TTO insgesamt positiver ausfällt. Dabei gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Sektoren, Teilsektoren und Grössenklassen. Für Industrieunternehmen hat die Innosuisse die höchste Bedeutung. Zudem fällt auf, dass in der Hightech-Industrie der Anteil der Unternehmen, die der Innosuisse eine hohe bis sehr hohe Bedeutung zumessen, stark zugenommen hat. Der Anteil der mittelgrossen Unternehmen und Grossunternehmen, die den TTO eine mittlere bis hohe Bedeutung zuschreiben, hat über die Jahre ebenfalls konstant zugenommen. Bemerkenswert ist, dass der Anteil der Industrieunternehmen, die den TTO mittlere bis hohe Bedeutung beimessen, zurückgegangen ist.

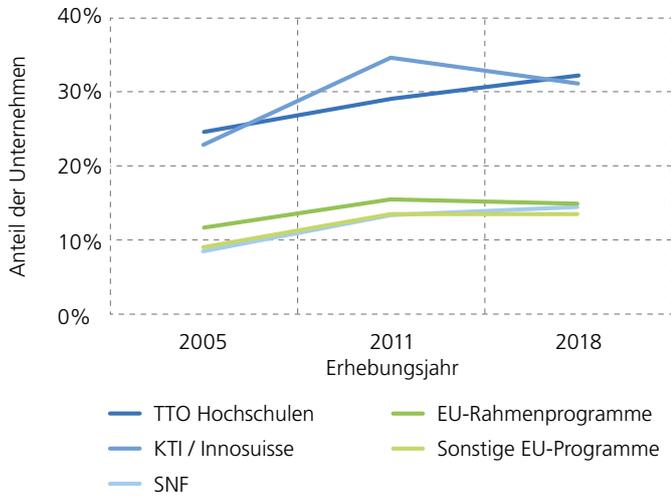
4.2.4 Partner für WTT

Der ETH-Bereich und die Fachhochschulen sind am häufigsten Transferpartner

Die Institutionen des ETH-Bereichs (ETH Zürich, EPF Lausanne, PSI, WSL, Empa und Eawag) und die Fachhochschulen (FH) werden von den Unternehmen am häufigsten als Transferpartner genannt (ungefähr 65 %, s. Abbildung C 4.5). Im Zeitablauf hat sich daran nichts geändert. Die kantonalen Universitäten werden in der Tendenz weniger häufig als Transferpartner angeführt. Es gibt jedoch leichte Verschiebungen in bestimmten Sektoren und Grössenklassen. Im Low-tech-Sektor hat der Anteil der Unternehmen, die Kontakte zu den FH und zum ETH-Bereich pflegen, über die Zeit abgenommen. Im modernen Dienstleistungsbereich sind hingegen kaum Veränderungen sichtbar. Die mittelgrossen Unternehmen haben häufiger Kontakte mit FH und weniger häufig Kontakte mit den Universitäten und dem ETH-Bereich. Die seit vielen Jahren nachlassende F&E-Häufigkeit bei den KMUs und somit deren verringerte Absorptionsfähigkeit⁷ gegenüber der Hochschulforschung könnte eine Ursache dafür sein.

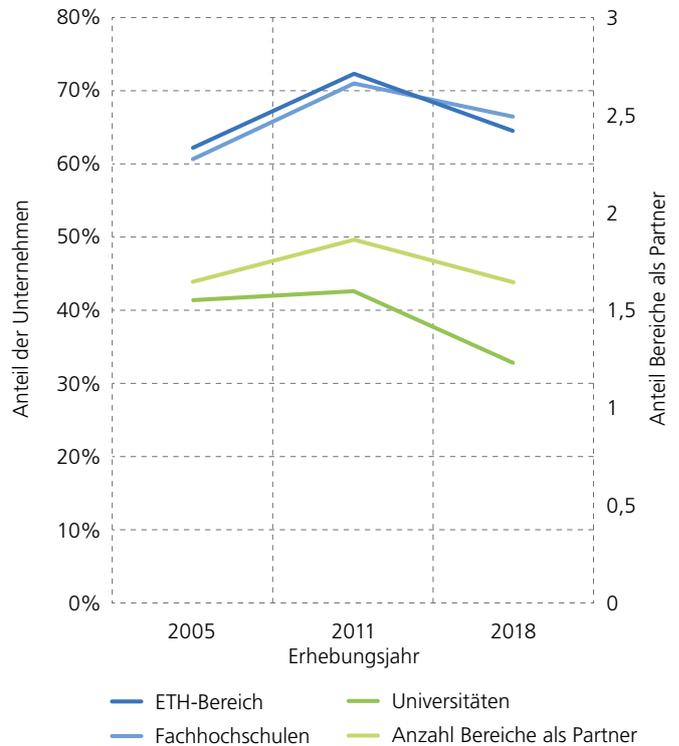
⁷ Niedrigere Absorptionsfähigkeit verringert das Verständnis, die Anwendbarkeit und folglich das Interesse an der Hochschulforschung.

Abbildung C 4.4: Vermittler des WTT – mittlere bis hohe Relevanz



Die Grafik zeigt den Anteil der Unternehmen, die innerhalb der drei Befragungszeiträume mindestens einem Vermittler/Förderer des Wissenstransfers eine hohe Bedeutung (Werte: 3, 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Skala) zuschrieben. Basis: WTT-aktive Unternehmen
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Abbildung C 4.5: Partner des WTT



Die Grafik zeigt den Anteil der Unternehmen, die innerhalb der drei Befragungszeiträume mit mindestens einer Institution des jeweiligen Bereichs Wissenstransfer betrieben haben (linke Skala), sowie die durchschnittliche Anzahl der Bereiche (ETH-Bereich, Fachhochschulen, Universitäten), mit denen die Unternehmen kooperierten (rechte Skala). Basis: WTT-aktive Unternehmen
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Die WTT-aktiven Unternehmen diversifizieren ihre Partner

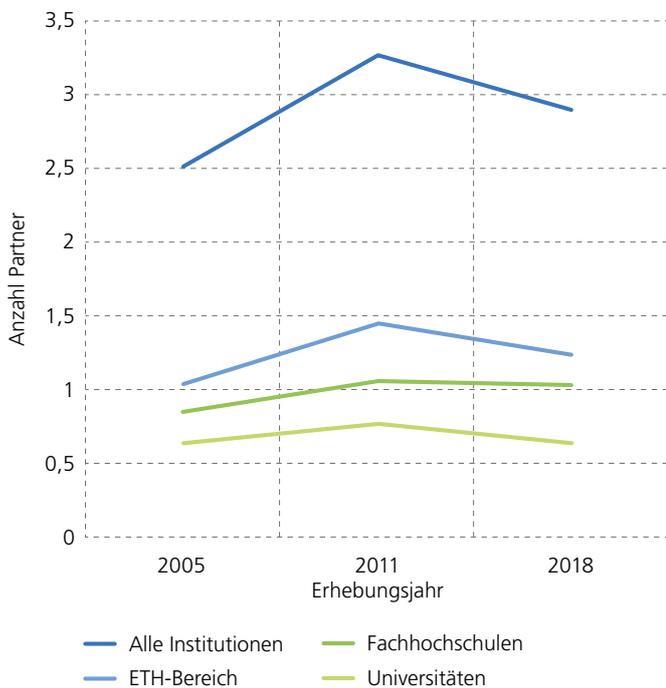
Im Durchschnitt hat ein WTT-aktives Unternehmen mit rund drei verschiedenen Institutionen Kontakte (Abbildung C 4.6; alle Institutionen). Innerhalb des ETH-Bereichs (sechs Institutionen) sind es immerhin noch rund 1,2, im FH-Bereich (sieben Institutionen) ist es ein Kontakt, und bei den kantonalen Universitäten (zehn Institutionen) sind es im Durchschnitt 0,5 Kontakte (d.h. jedes zweite WTT-aktive Unternehmen hat einen Kontakt zu einer Universität). Die Durchschnittskontakte über alle Institutionstypen hinweg waren 2011 leicht höher als 2018. Grosse Unternehmen diversifizieren stärker als KMUs. Zudem unterhalten WTT-aktive Unternehmen im Schnitt mit zwischen 1,5 und 2 Bereichen Kontakte (siehe Abbildung C 4.5; Anzahl Kontakte [rechte Skala]). Bei Grossunternehmen steigt diese Anzahl sogar auf über zwei an; d.h. im Schnitt betreiben Grossunternehmen mit mehr als zwei Bereichen WTT. Diese Statistik unterstreicht die Bedeutung eines diversen Hochschulsektors und spricht gegen eine Vereinheitlichung des Forschungs- und Bildungsangebots.

4.2.5 Motive für WTT

Zugang zu personengebundenem spezifischen Wissen ist das am häufigsten genannte der als wichtig eingestufteten Motive für WTT (siehe Abbildung C 4.7 und folgende Tabelle), unabhängig von Sektor und Grössenklasse. Im Zeitablauf zeigt sich, dass explizites Wissen, d.h. Zugang zu den Forschungsergebnissen und der Infrastruktur der Hochschulen, wichtiger geworden ist, während die Bedeutung finanzieller Motive insgesamt abgenommen hat.

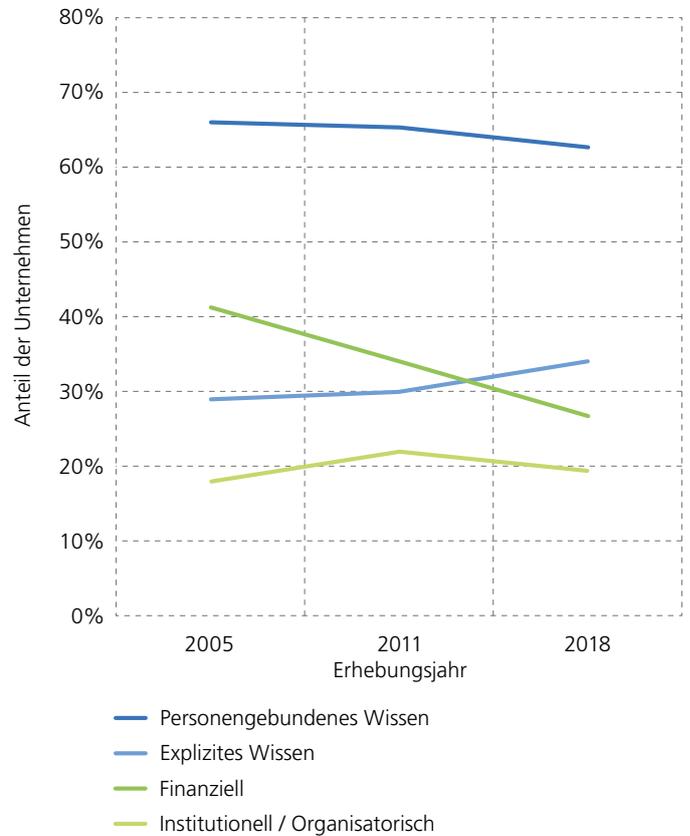
Transferr motive	
Kategorien	Einzel motive
Personengebunden- es Wissen	Spezifische Fähigkeiten als Ergänzung zu internem Know-how Neue Forschungsimpulse Aus- / Weiterbildung der Mitarbeiter Rekrutierung von Hochschulabsolventen Zugang zur Grundlagenforschung
Explizites Wissen	Forschungsergebnisse zur Weiteranwendung in F&E Forschungsergebnisse zur Entwicklung neuer Produkte Forschungsergebnisse zur Entwicklung neuer Prozesse Zugang zu F&E-Infrastruktur
Finanziell	Kosteneinsparung bei F&E Reduktion des F&E-Risikos Zeitersparnis in F&E Ungenügende Eigenmittel für F&E F&E nur in Kooperation mit Hochschule möglich
Institutionell / Organisatorisch	Voraussetzung für F&E-Förderung Imageverbesserung

Abbildung C 4.6: Anzahl Partner für den WTT



Die Grafik zeigt die durchschnittliche Anzahl der Partner für den WTT. Basis: WTT-aktive Unternehmen. Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Abbildung C 4.7: Motive des WTT



Die Grafik zeigt den Anteil der Unternehmen, die innerhalb der drei Befragungszeiträume mindestens einem Motiv innerhalb der jeweiligen Kategorie eine hohe Bedeutung (Werte 4 und 5 auf einer 5-stufigen Skala) zuschrieben. Basis: WTT-aktive Unternehmen. Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Die finanziellen Motive für WTT sind rückläufig

Sowohl nach Sektoren als auch nach Grössenklassen sind Unterschiede sichtbar. In der Industrie sind bei grundsätzlich abnehmender Tendenz finanzielle Motive häufiger als wichtig identifiziert worden als der Zugang zu den Forschungsergebnissen der Hochschule (explizites Wissen). Demgegenüber hat Letzteres im Dienstleistungsbereich an Bedeutung gewonnen. Die abnehmende Bedeutung finanzieller Motive ist im modernen Dienstleistungssektor und bei den KMUs besonders ausgeprägt.

Die Suche nach spezifischen Fähigkeiten, die Rekrutierung von Absolventen, Aus- und Weiterbildung der Mitarbeitenden und der Zugang zur Grundlagenforschung wurden am häufigsten als wesentliche Motive identifiziert. Auch hier gibt es deutliche Branchenunterschiede: Für die Industrie sind Forschungsimpulse und spezifische Fähigkeiten als Ergänzung von internem Know-how oft sehr wichtig, während bei den Dienstleistern die Rekrutierung und Weiterbildung von Mitarbeitern im Mittelpunkt steht.

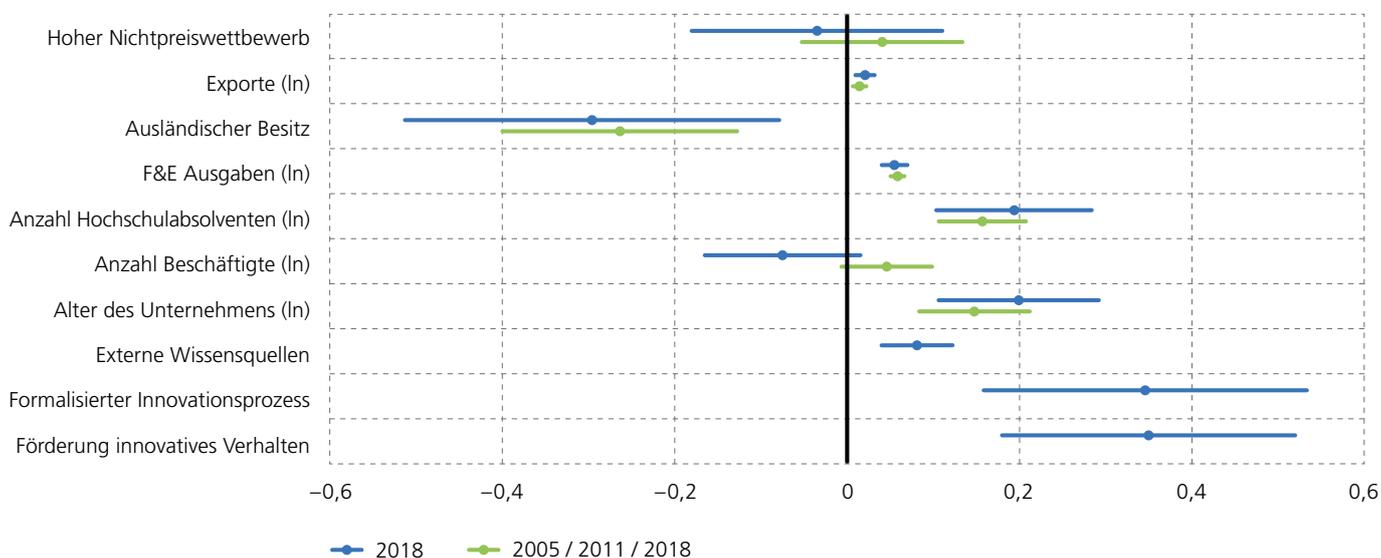
4.2.6 Charakteristiken WTT-aktiver Unternehmen

Alte Unternehmen, Unternehmen mit höheren F&E-Ausgaben und diejenigen mit Exportorientierung und mit einem höheren Anteil von Hochschulabgängern haben im Durchschnitt eine höhere Wahrscheinlichkeit, WTT zu betreiben, als diejenigen, in denen diese Charakteristiken fehlen oder weniger stark ausgeprägt sind (siehe Abbildung C 4.8).^{8,9}

⁸ Hier wird untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und dem Wissenstransfer besteht, nicht aber, ob dadurch die Innovationsleistung des Unternehmens beeinflusst wird. Zum Zusammenhang zwischen formaler Ausbildung der Mitarbeitenden eines Unternehmens und der Innovationsleistung in der Schweiz siehe unter anderem Bolli et al. (2017). Dabei kommt zum Ausdruck, dass ein Mix von unterschiedlichen formalen Qualifikationen positiv auf die Innovationsleistung wirkt.

⁹ Technische Anmerkung: Abbildung C 4.8 zeigt die Pooled-OLS-Schätzer der Determinantengleichung und deren 90 %-Konfidenzintervalle. Falls das Konfidenzintervall die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. «2005 / 2011 / 2018» bezieht sich auf Beobachtungen aller drei Perioden. «2018» enthält nur Beobachtungen des Befragungszeitraums 2012 bis 2017, da die zusätzlichen unabhängigen Variablen nur in diesem Zeitraum abgefragt wurden. Die abhängige Variable ist stets der Wissens- und Technologietransfer mit wissenschaftlichen Institutionen im Inland 3 Jahre bis 1 Jahr vor dem Befragungszeitpunkt. Zusätzliche Kontrollvariablen: 33 Industriedummies, Zeitdummies, Dummies für Technologiefelder.

Abbildung C 4.8: Charakteristiken von WTT-aktiven Unternehmen



«ln» steht für Logarithmus. Dies gilt auch für verschiedene der folgenden Abbildungen.

Lesehilfe: Der Effekt der Firmencharakteristika über WTT gilt nur als signifikant (positiv oder negativ), wenn die blaue oder grüne Linie die Null-Linie nicht umfasst.

F&E-Ausgaben der Unternehmen z.B. stehen in einem signifikanten und positiven Zusammenhang mit dem Wissenstransfer, sowohl auf Basis der zusammengenommenen Umfragedaten 2005, 2011, 2018 als auch auf Basis der Umfragedaten 2018, weil beide Linien die Null-Linie nicht umfassen. Höherer Preiswettbewerb zeigt dagegen keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Wissenstransfer. Ausländischer Besitz zeigt einen signifikanten, aber negativen Zusammenhang mit dem WTT. Hochschulabsolventen umfassen den ETH-Bereich, Universitäten und Fachhochschulen.

Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Höhere F&E-Ausgaben, höheres Bildungsniveau, offene Innovationskultur und Exportorientierung gehen mit höheren WTT-Aktivitäten einher

Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Fähigkeit, Wissen und Erkenntnisse der Hochschulforschung zu verstehen und umzusetzen (Absorptive Capacity), und internationaler Wettbewerbsdruck wesentliche Faktoren für die Nutzung der Hochschulforschung sind. Falls ein Unternehmen in ausländischem Besitz ist, verringert dies jedoch die Transferwahrscheinlichkeit. Die Töchterunternehmen internationaler Konzerne suchen nur vereinzelt den Kontakt zu den Hochschulen. Ein hoher Stellenwert der Innovationsaktivitäten in der strategischen Ausrichtung des Unternehmens korreliert ebenfalls mit einer höheren Wahrscheinlichkeit, WTT zu betreiben. Formalisierte Innovationsstrategien und eine gelebte Innovationskultur erhöhen die Transferwahrscheinlichkeit signifikant. WTT-aktive Unternehmen zeichnen sich auch durch die grundsätzliche Offenheit des Innovationsprozesses und die damit einhergehenden Erfahrungen der Integration von unternehmensexternen Ideen und Erkenntnissen aus.

Die technologische Ausrichtung des Unternehmens ist wichtig (siehe Abbildung C 4.9). Unternehmen, die sich mit Nanotechnologie, der Entwicklung neuer Materialien, der Informatik oder Biotechnologie bzw. Gentechnologie befassen, haben eine höhere Transferwahrscheinlichkeit. Erstaunlicherweise trifft das nicht auf «Zukunftstechnologien» wie die Mikroelektronik, die Medizinal-

technologie oder die Energietechnologien zu. Die Gründe dafür sind unklar. Grosse Unterschiede in der Forschungsorientierung der Unternehmen und der Hochschulen in diesen Bereichen oder fehlende Informationen über die jeweiligen Forschungsaktivitäten könnten ausschlaggebend dafür sein.¹⁰

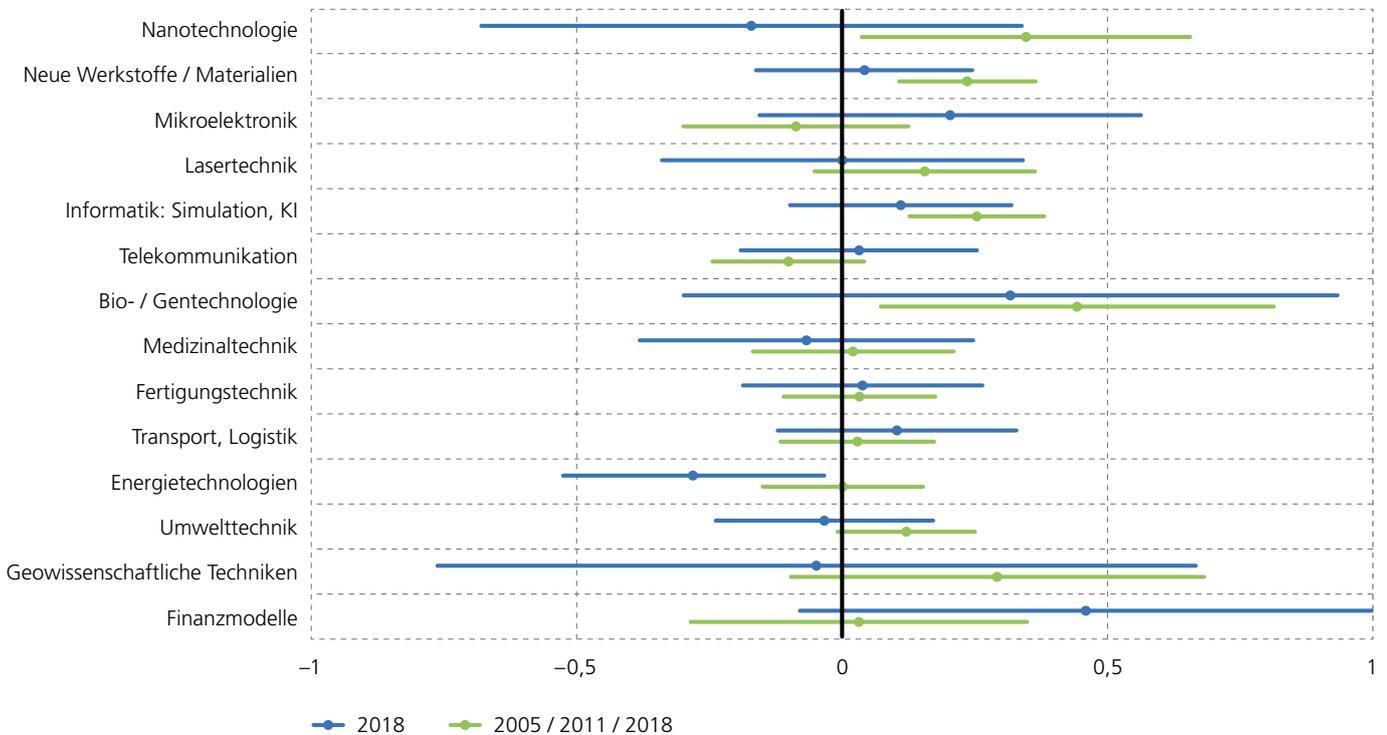
4.3 Einfluss des WTT auf die Performance der Unternehmen

Der Einfluss des WTT auf die Unternehmensperformance (Innovationsperformance und allgemeine Performance) kann mittels folgender Indikatoren ermittelt werden: Produkt- und Prozessinnovationen (gemessen wird die Wahrscheinlichkeit, dass Unternehmen, die WTT betreiben, innovative Produkte und Prozesse entwickeln), der Umsatz mit innovativen Produkten (als Anhaltspunkt für den Erfolg dieser innovativen Produkte am Markt) sowie der Gesamtumsatz und die Wertschöpfung der Unternehmen (als Indikator für deren Wettbewerbsfähigkeit).¹¹

¹⁰ Für Abbildung C 4.9: siehe Fussnote 9.

¹¹ Beim Umsatz mit innovativen Produkten, beim Gesamtumsatz sowie bei der Wertschöpfung wurden logarithmierte Werte verwendet. Die Wertschöpfung eines Unternehmens berechnet sich aus dem Umsatz abzüglich der Vorleistungen. Die geschätzten Modelle berücksichtigen immer auch Beschäftigung, Investitionen und weitere wichtige Einflussgrößen wie die Qualifikation der Beschäftigung oder die Exportintensität der Unternehmen (siehe die Fussnoten zu den Abbildungen für die konkrete Modellspezifikation).

Abbildung C 4.9: WTT nach technologischen Bereichen



Lesehilfe: Unternehmen, die sich mit neuen Werkstoffen und Materialien befassen, haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, Wissenstransfer zu betreiben – auf der Basis der zusammengenommenen Umfragedaten 2005, 2011 und 2018 (nicht aber auf Basis der Umfragedaten 2018 einzeln genommen).
 Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Wissenstransferaktivitäten stehen in einem positiven Zusammenhang mit einer höheren Innovationsfähigkeit und höherem kommerziellen Erfolg der Schweizer Unternehmen
 Die Zeilen (1) und (2) in Abbildung C 4.10 zeigen, dass WTT mit einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit einhergeht, neue innovative Produkte und Prozesse einzuführen. In den Zeilen (3) bis (5) wird jedoch ersichtlich, dass WTT alleine nicht in einem signifikant positiven Zusammenhang mit dem kommerziellen Erfolg der Unternehmen steht.¹² Somit erhöht der WTT alleine die Wahrscheinlichkeit innovativ zu sein, führt jedoch nicht ohne weiteres zu mehr kommerziellem Erfolg.¹³

WTT, F&E-Ausgaben und kommerzieller Erfolg

Aus Abbildung C 4.11 wird ersichtlich, dass ein Beitrag des WTTs zum kommerziellen Erfolg eines Unternehmens den begleitenden Einsatz von F&E-Investitionen benötigt.¹⁴ Das wird durch die stärkere Steigung der grünen Linie des Wissenstransfers im Verhältnis zur blauen Linie in Abbildung C 4.11 angezeigt.

Die F&E-Aktivitäten korrelieren auch ohne WTT positiv mit dem Innovationserfolg (blaue Linie). Das Hauptinteresse liegt jedoch darauf, dass WTT den Zusammenhang zwischen F&E-Aktivitäten und den abhängigen Variablen «Umsatz innovative Produkte», «Umsatzerlöse» und «Wertschöpfung» signifikant positiver werden lässt. Bei vorhandenen WTT-Beziehungen sind die F&E-Aktivitäten wesentlich stärker mit dem Umsatz innovativer Produkte und mit der Wettbewerbsfähigkeit (Wertschöpfung) korreliert. Der Wissenstransfer erhöht also die Durchschlagskraft der firmeneigenen F&E-Aktivitäten.

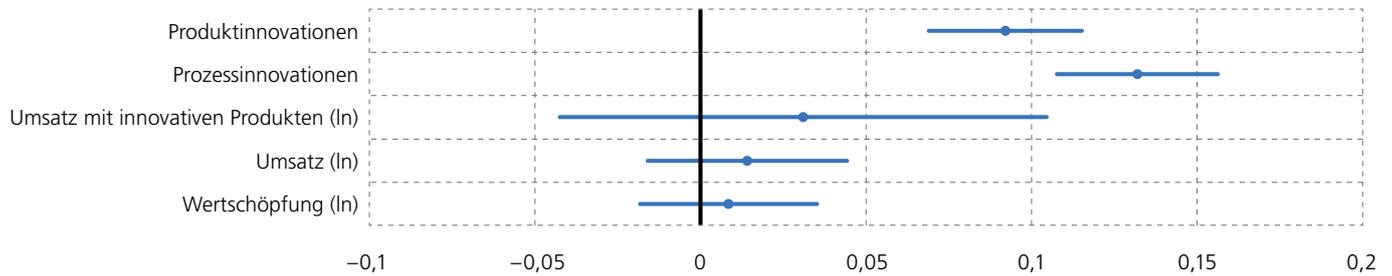
Von der entgegengesetzten Perspektive aus lässt sich sagen, dass Wissenstransfer die Absorptive Capacity (ausgedrückt durch die finanziellen Ressourcen für F&E-Aktivitäten) bedingt, um die Performance der Unternehmen positiv zu beeinflussen. Ein Un-

¹² Hier ist der Standardfehler zu gross, um einen statistisch signifikanten Zusammenhang belegen zu können.

¹³ Technische Anmerkung: Der Wissenstransfer (WTT) ist eine binäre Variable (0/1), die den Wissenstransfer 6 Jahre bis 1 Jahr vor dem Befragungszeitpunkt im Inland und 3 Jahre bis 1 Jahr vor dem Befragungszeitpunkt im Ausland misst. Die Y-Achse stellt die abhängigen Variablen der insgesamt fünf Schätzungen dar: Produktinnovationen, Prozessinnovationen, Umsatz mit innovativen Produkten, Umsatz insgesamt sowie Wertschöpfung. Die Bandbreiten geben das 90%-Konfidenzintervall des WTT auf die abhängigen Variablen an. Falls das Konfidenzintervall die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. Nicht abgebildet sind die erklärenden Variablen ln(F&E-Ausgaben), ln(Beschäftigung), ln(Beschäftigte mit Hochschulabschluss), ln(Investitionen), ln(Exporte), ln(Firmenalter), Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen-Dummies. Alle Gleichungen sind mit Random Effects geschätzt.

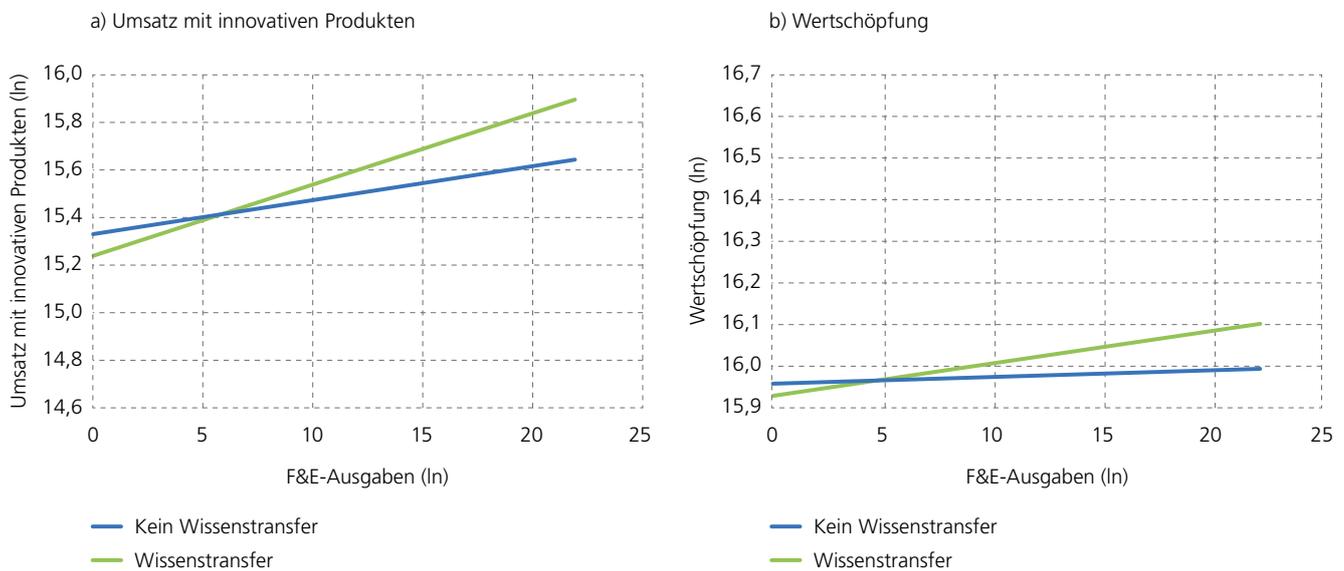
¹⁴ In den zugrundeliegenden Analysen für Abbildung C 4.11 wird die WTT-Variablen mit den F&E-Aktivitäten interagiert. Diejenigen Unternehmen, die über keine F&E-Ausgaben verfügen, wurden dabei als «0» kodiert.

Abbildung C 4.10: WTT und die Performance der Unternehmen



Lesehilfe: Der Wissenstransfer einer Unternehmung steht in einem signifikanten und positiven Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit, neue Produkte hervorzubringen, weil die Linie Produktinnovationen die Null-Linie nicht umfasst.
 Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Abbildung C 4.11: F&E-Ausgaben und ihre Effekte auf den WTT



Lesehilfe: Wissenstransferaktivitäten verstärken den positiven Zusammenhang zwischen F&E-Ausgaben und dem Umsatz mit neuen Produkten: Die grüne Linie ist steiler als die blaue Linie. Beispielsweise erhöhen sich die Umsätze mit innovativen Produkten bei Firmen mit Wissenstransfer von 5,606 Mio. CHF (ln Wert von 15,5393) auf 5,776 Mio. CHF (ln Wert von 15,5693), wenn sich die F&E-Ausgaben von rund 22 000 CHF (ln Wert von 10) auf rund 60 000 CHF erhöhen (ln Wert von 11). Bei Unternehmen ohne Wissenstransfer (blaue Linie) erhöhen sich die dementsprechenden Umsätze von 5,251 Mio. CHF (ln Wert von 15,4740) auf 5,327 Mio. CHF (ln Wert von 15,4883).
 Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

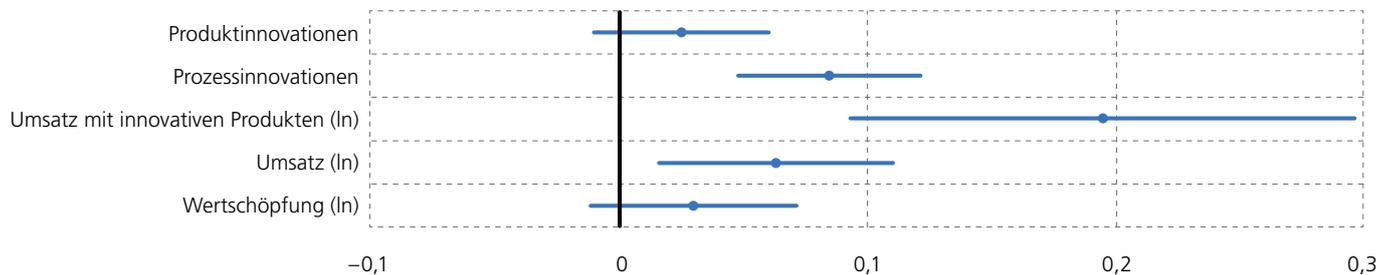
ternehmen muss selbst über bereits vorhandenes technologisches Wissen und Know-how verfügen, um Transferaktivitäten mit Hochschulen gewinnbringend einsetzen zu können (Zahra & George, 2002). Nur wenn das von der Hochschule transferierte Wissen auf fruchtbaren Boden fällt – das heisst, dass das neue Wissen richtig verstanden sowie adäquat ein- und umgesetzt wird – kann es den Unternehmenserfolg nachhaltig verbessern.¹⁵

Kombinierter Wissenstransfer mit nationalen und ausländischen Institutionen korreliert positiv mit der Innovationsleistung der Unternehmen

Abbildung C 4.12 zeigt, dass ein sehr breit ausgelegtes, nationales und internationales Netz von WTT-Aktivitäten einen wesentlich stärkeren Impuls für den Innovationserfolg der Unternehmen darstellt. Zeilen (2) bis (4) veranschaulichen, dass kombinierter WTT einen signifikant positiven Koeffizienten aufweist. Dieses Ergebnis impliziert, dass ein intensiver Wissenstransfer, der eine nationale mit einer internationalen Ausrichtung kombiniert, in der Tat eine

¹⁵ Technische Anmerkung: Alle Modelle sind mit Random Effects geschätzt und enthalten die erklärenden Variablen ln(Beschäftigung), ln(Beschäftigte mit Hochschulabschluss), ln(Investitionen), ln(Exporte), ln(Firmenalter), Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen-Dummies.

Abbildung C 4.12: Kombiniertes WTT (In- und Ausland) und die Performance der Unternehmen



Lesehilfe: Intensiver Wissenstransfer steht in einem signifikanten und positiven Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit, neue Prozessinnovation hervorzubringen, weil die Linie der Prozessinnovationen die Null-Linie nicht umfasst (aber nicht Produktinnovationen).
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

höhere Wirkung zeigt als ein rein nationaler beziehungsweise ein rein internationaler Wissenstransfer.¹⁶

Wissenstransfer und Open Innovation: Beide stehen in einem positiven Zusammenhang mit der Innovationsleistung

Eine zentrale Frage ist, ob WTT Effekte aufweist, die mit Open Innovation vergleichbar sind. Darunter versteht man die Nutzung des Wissens der Kunden, Zulieferer, Wettbewerber (externe Wissensquellen) etc. für die Innovationsaktivitäten und den Innovationserfolg des Unternehmens (Chesbrough, 2003; Laursen & Salter, 2006; Beck & Schenker-Wicki, 2014).

Abbildung C 4.13 zeigt, dass Open Innovation positiv mit dem kommerziellen Erfolg innovativer Produkte und Dienstleistungen korreliert,¹⁷ während dies für WTT nur in Kombination mit internen F&E-Ausgaben der Fall ist (Abbildung C 4.11). Zudem korreliert Open Innovation positiv mit dem Umsatz, nicht jedoch mit der Wertschöpfung (Produktivität). Open Innovation wie auch WTT gehen im Vergleich zu geschlossenen und nicht-WTT-aktiven Unternehmen mit einer klar höheren Innovationswahrscheinlichkeit einher. Um jedoch den kommerziellen Erfolg innovativer Produkte beziehungsweise eine höhere Wertschöpfung zu erzielen, braucht es für den WTT die Kombination mit unternehmensinternen F&E-Aktivitäten.

Ein breites Spektrum an Formen des WTTs ist relevant für die Innovationsaktivitäten der Schweizer Unternehmen

Wissenstransfer kann verschiedene Formen annehmen und sehr breit angelegt sein. Abbildung C 4.14 zeigt die Zusammenhänge zwischen fünf verschiedenen Formen des Wissenstransfers und insgesamt neun Indikatoren für Ergebnisse, welche aus erfolgreichem Wissenstransfer resultieren können:^{18,19}

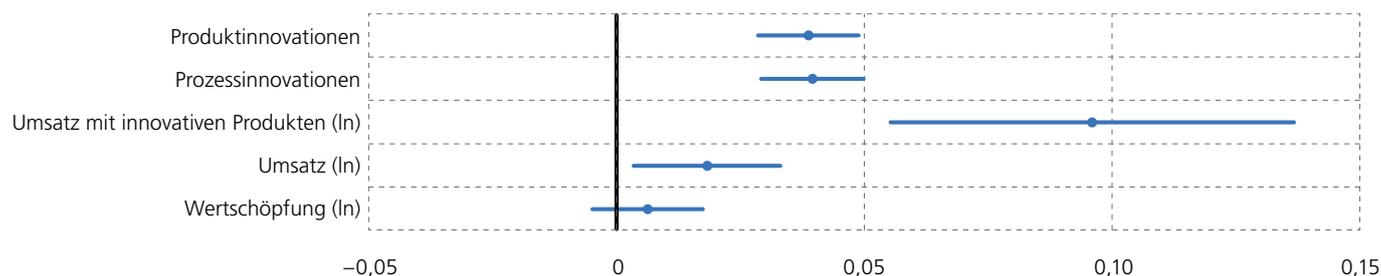
- Formen des Wissenstransfers, die die Nutzung von Forschungsaktivitäten und die Nutzung technischer Infrastruktur an wissenschaftlichen Institutionen adressieren, stehen in positivem Zusammenhang mit der Einführung neuer Projekte und Produkte sowie mit Publikationen, Patenten und Know-how.
- Formen des Wissensaustauschs, die sich überwiegend auf informelle Kontakte der Unternehmen beziehen, korrelieren positiv mit der Generierung neuer Projekte und Produkte sowie mit Prozessen, Publikationen, Patenten, Lizenzen und Know-how.
- WTT-Formen, die sich auf Aus- und Weiterbildung und Personalmobilität fokussieren, treten gemeinsam mit der Einführung neuer Prozesse und einer Erhöhung der Humankapitalausstattung des Unternehmens auf.
- Beratungsleistungen der Hochschulen und Erstellung von Gutachten sind positiv mit der Einführung von neuen Prozessen und Lizenzen sowie mit der Anstellung von Hochschulabsolventinnen und -absolventen assoziiert.

¹⁶ Technische Anmerkung: Der kombinierte WTT ist eine binäre Variable (0/1), die nur dann den Wert «1» annimmt, wenn es gleichzeitig Wissenstransfer im Inland und im Ausland 3 Jahre bis 1 Jahr vor dem Befragungszeitpunkt gab. Die Y-Achse stellt die abhängigen Variablen der insgesamt fünf Schätzungen dar. Die Bandbreiten geben das 90 %-Konfidenzintervall des WTT auf die abhängigen Variablen an. Falls das Konfidenzintervall die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. Nicht abgebildet sind die erklärenden Variablen ln(F&E-Ausgaben), ln(Beschäftigung), ln(Beschäftigte mit Hochschulabschluss), ln(Investitionen), ln(Exporte), ln(Firmenalter), Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen Dummies. Alle Gleichungen sind mit Random Effects geschätzt.

¹⁷ Technische Anmerkung: «Open Innovation» misst die Anzahl von externen Wissensquellen wie z.B. Kunden, Zulieferern oder Wettbewerbern, jedoch ohne Hochschulen. Die Y-Achse stellt die abhängigen Variablen der insgesamt fünf Schätzungen dar. Die Bandbreiten geben das 90 %-Konfidenzintervall des WTT auf die abhängigen Variablen an. Falls das Konfidenzintervall die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. Nicht abgebildet sind die erklärenden Variablen ln(F&E-Ausgaben), ln(Beschäftigung), ln(Beschäftigte mit Hochschulabschluss), ln(Investitionen), ln(Exporte), ln(Firmenalter), Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen-Dummies. Alle Gleichungen sind mit Random Effects geschätzt.

¹⁸ Diese neun Indikatoren wurden nur im Rahmen der Wissenstransferumfrage 2018 abgefragt, die Stichprobengrößen sind daher wesentlich geringer. Die Unternehmen wurden gefragt, ob der WTT zu einem Ergebnis in der Form von insgesamt neun Variablen geführt hat (siehe die abhängigen Variablen in Abbildung C 4.14). Die Unternehmen konnten auf diese Fragen jeweils mit ja oder nein antworten.

¹⁹ Technische Anmerkung: Die fünf gezeigten erklärenden Variablen sind binäre Variablen (0/1), welche sich aus Frageblöcken zu den fünf Formen des Wissenstransfers zusammensetzen. Die Y-Achse stellt die abhängigen Variablen der neun Schätzungen dar, welche ebenfalls binäre Variablen (0/1) sind. Die Bandbreiten geben das 90 %-Konfidenzintervall des WTT auf die abhängigen Variablen an. Falls das Konfidenzintervall die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. Nicht abgebildet sind die erklärenden Variablen ln(F&E-Ausgaben), ln(Beschäftigung), ln(Beschäftigte mit Hochschulabschluss), ln(Investitionen), ln(Exporte), ln(Firmenalter), Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen-Dummies. Alle Gleichungen sind mit Random Effects geschätzt.

Abbildung C 4.13: Open Innovation (ohne WTT) und die Performance der Unternehmen

Lesehilfe: «Open Innovation» steht in einem signifikant positiven Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit neue Produktinnovation hervorzubringen.
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Diese Zusammenhänge zwischen den spezifischen Formen und Ergebnissen des Wissenstransfers weisen keine eindeutigen statistischen Muster auf. Aus Abbildung C 4.14 lässt sich schliessen, dass nicht eine bestimmte Form des Wissenstransfers im Vordergrund steht, sondern ein breites Engagement im Wissenstransfer.

Abbildung C 4.15 untermauert die oben getroffene Aussage, dass WTT eines intensiven Forschungsbezugs bedarf, um wirksam zu sein (siehe Abbildung C 4.11). Der Zusammenhang zwischen den F&E-Ausgaben und dem Umsatz mit innovativen Produkten ist stärker bei Unternehmen mit WTT in der Form von Forschung (Forschungsk Kooperationen, Auftragsforschung und Forschungskonsortien) als bei solchen, die WTT betreiben, aber nicht in der Form von Forschung.²⁰ Aus Abbildung C 4.15 geht daher hervor, dass WTT in der Form von Forschung den Zusammenhang zwischen den F&E-Ausgaben und der Innovationsleistung deutlich positiver macht (die grüne Linie ist steiler). Um erfolgreich zu sein, verlangt WTT in der Form von Forschung ein hohes Mass an unternehmensinternem Wissen, das durch hohe F&E-Ausgaben bereitgestellt wird.²¹

4.4 Innovationsstrategie, WTT und Unternehmensperformance

Die Innovationsleistung von Unternehmen steht in einem positiven Zusammenhang mit einer guten Innovationskultur, formalisierten Innovationsprozessen sowie mit einer klar definierten Innovationsstrategie. Darüber hinaus ist jedoch kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Wirkung dieser Faktoren und WTT auf die Innovationsleistung erkennbar.²²

²⁰ Um diesen Effekt von F&E-Ausgaben in Kombination mit WTT auf die Unternehmensperformance hervorzuheben, wurden hier Unternehmen ohne F&E-Aktivitäten ausgeschlossen.

²¹ Technische Anmerkung: Alle Modelle sind mit Random Effects geschätzt und enthalten die erklärenden Variablen $\ln(\text{Beschäftigung})$, $\ln(\text{Beschäftigte mit Hochschulabschluss})$, $\ln(\text{Investitionen})$, $\ln(\text{Exporte})$, $\ln(\text{Firmenalter})$, Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen-Dummies.

²² Zur Erinnerung: Die Innovationsleistung eines Unternehmens wird daran gemessen, ob ein Unternehmen neue innovative Produkte hervorgebracht oder neue Prozesse eingeführt hat. Darüber hinaus wird auch der kommerzielle Erfolg der neuen Produkte über den dadurch erzielten Umsatz gemessen (siehe auch Abbildung C 4.3).

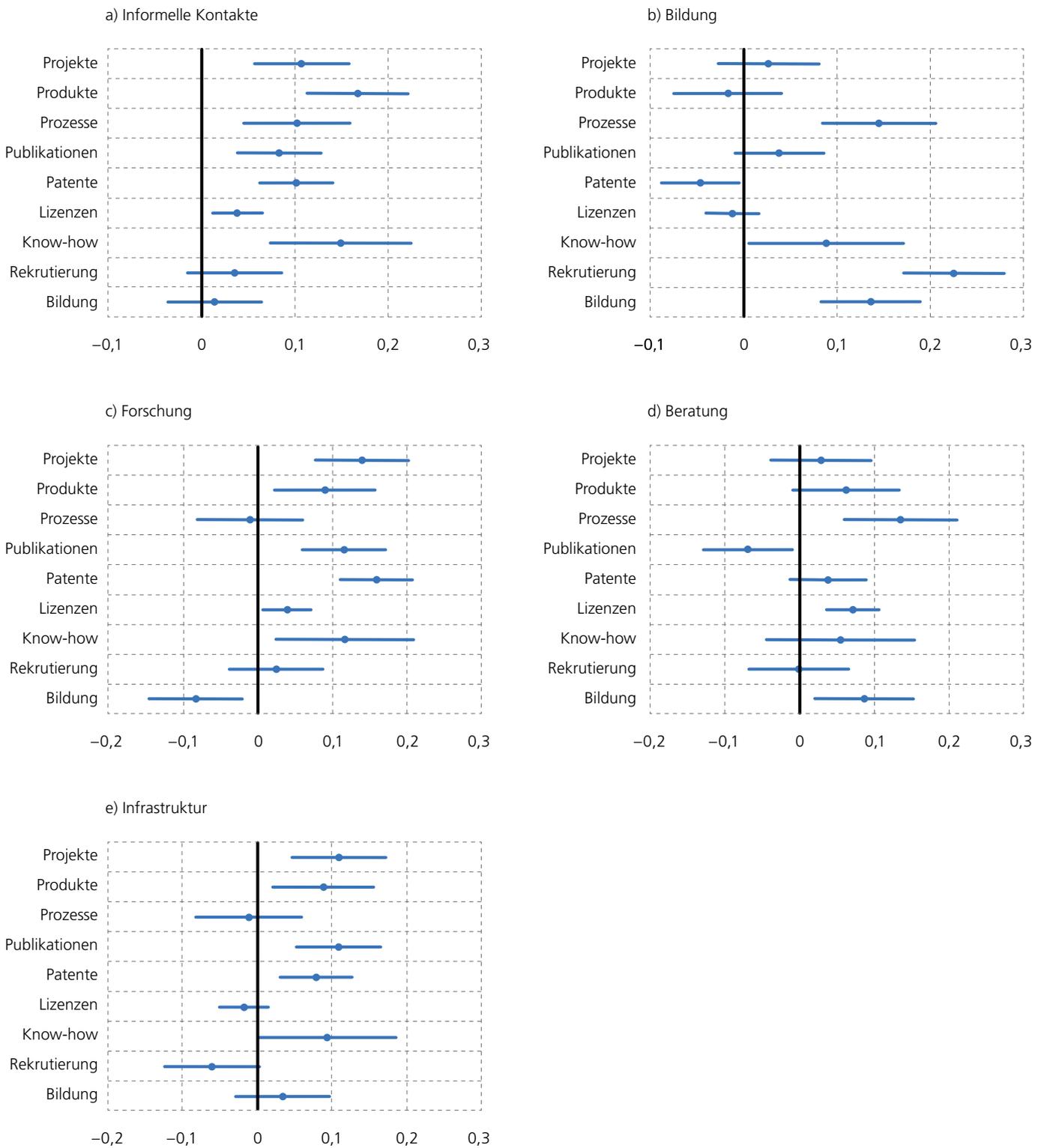
Abbildung C 4.16 zeigt die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Managementansätzen bezüglich der Implementierung von Innovationsstrategien und -prozessen und der Innovationskultur sowie der Performance der Unternehmen.²³ Unternehmen, die über eine ausgeprägte Innovationskultur verfügen und besondere Massnahmen für innovatives Verhalten wie «Innovationsevents» oder «Innovationsprämien» durchführen, sind im Durchschnitt innovativer, kommerziell erfolgreicher mit ihren innovativen Produkten und wettbewerbsfähiger. Ein ähnlich positiver Zusammenhang mit der Innovationsleistung zeigt sich bei der systematischen Anwendung von formalisierten Methoden im Innovationsprozess (wie z.B. Stage-Gate-Review). Im Gegensatz dazu zeigt sich, dass eine formalisierte Innovationsstrategie zwar mit einer höheren Wahrscheinlichkeit hinsichtlich der Einführung innovativer Produkte und Prozesse korreliert (Innovationsleistung), aber keinen statistisch signifikanten Effekt hinsichtlich des kommerziellen Erfolges von innovativen Produkten zeigt.

Unternehmen, bei denen Innovationsimpulse top-down und bottom-up initiiert werden, weisen einen höheren Innovationserfolg auf

Unternehmen, die hohe Umsätze mit innovativen Produkten erzielen, setzen bei der Durchführung ihrer Innovationsaktivitäten auf die gemeinsame Initiative von Vorgesetzten und Mitarbeitern (Abbildung C 4.16). Eine Kombination aus Top-down- und Bottom-up-Innovationsimpulsen bei der Initiierung von Innovationprojekten zeigt somit einen stärkeren Zusammenhang mit dem kommerziellen Erfolg als Innovationsimpulse, die nur von Vorgesetzten oder nur von Mitarbeitenden kommen. Aus Abbildung C 4.16 lässt sich insgesamt konstatieren, dass Unternehmen mit einer ganzheitlichen Innovationsstrategie über eine höhere Innovationsleistung verfügen.

²³ Technische Anmerkung: Die vier gezeigten erklärenden Variablen sind binäre Variablen (0/1), die einzeln in bivariaten Gleichungen geschätzt wurden, um der teilweise starken Multikollinearität zuvorzukommen. Die Y-Achse stellt die abhängigen Variablen der insgesamt fünf Schätzungen dar. Die Bandbreiten geben das 90 %-Konfidenzintervall des WTT auf die abhängigen Variablen an. Falls das Konfidenzintervall die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. Nicht abgebildet sind die erklärenden Variablen $\ln(\text{F&E-Ausgaben})$, $\ln(\text{Beschäftigung})$, $\ln(\text{Beschäftigte mit Hochschulabschluss})$, $\ln(\text{Investitionen})$, $\ln(\text{Exporte})$, $\ln(\text{Firmenalter})$, Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen-Dummies. Alle Modelle sind mit Random Effects geschätzt.

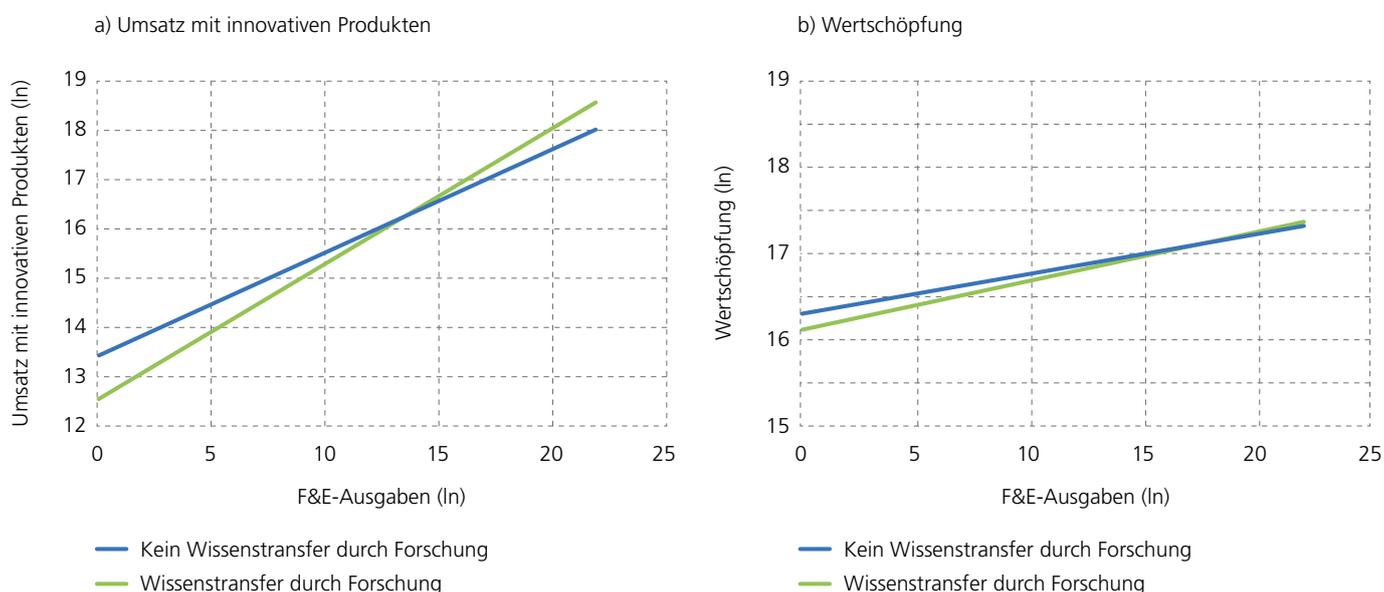
Abbildung C 4.14: Formen und Ergebnisse des WTT



Lesehilfe: Wissenstransfer durch «informelle Kontakte» steht in einem signifikant positiven Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit, dass im F&E-Bereich einer Unternehmung neue Projekte initiiert wurden.

Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Abbildung C 4.15: WTT in Form von Forschungsk Kooperationen, F&E-Ausgaben und Unternehmensperformance



Lesehilfe: Wissenstransfer im Rahmen von Forschungsprojekten verstärkt den Zusammenhang zwischen F&E-Ausgaben und Umsatz mit innovativen Produkten, jedoch erst bei relativ hohen F&E-Ausgaben.

Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Flankierende F&E-Investitionen bei WTT-Aktivitäten erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit²⁴

Abbildung C 4.17 illustriert den Zusammenhang zwischen kombiniertem WTT, d.h. WTT im In- und Ausland und der Performance der Unternehmen lediglich innerhalb der F&E-aktiven Unternehmen. Das heisst, Unternehmen ohne F&E-Ausgaben werden ausgeschlossen. Betrachtet wird die Interaktion zwischen kombiniertem WTT und der Höhe der F&E-Ausgaben. Es lässt sich somit eruieren, ob die Höhe der F&E-Ausgaben einen zusätzlichen Effekt verursacht.

Kombinierte WTT-Aktivitäten erhöhen den Zusammenhang zwischen F&E-Ausgaben und der Innovationsleistung und der Wettbewerbsfähigkeit (gemessen anhand der Wertschöpfung) eines Unternehmens stark (Abbildung C 4.17).²⁵ Die Unternehmensperformance, die aus zusätzlichen F&E-Ausgaben resultiert, ist zusammen mit kombiniertem WTT beinahe doppelt so hoch, als wenn ein Unternehmen nur auf nationaler Ebene WTT betreibt (siehe Abbildung C 4.11).²⁶ Nicht nur das Vorhandensein von F&E-Ausgaben in einem Unternehmen ist also entscheidend für eine stärkere Wirkung von WTT, sondern auch deren Höhe.

²⁴ Die Wettbewerbsfähigkeit wird anhand der Wertschöpfung eines Unternehmens gemessen.

²⁵ Technische Anmerkung: Alle Modelle sind mit Random Effects geschätzt und enthalten die erklärenden Variablen $\ln(\text{Beschäftigung})$, $\ln(\text{Beschäftigte mit Hochschulabschluss})$, $\ln(\text{Investitionen})$, $\ln(\text{Exporte})$, $\ln(\text{Firmenalter})$, Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen-Dummies.

²⁶ Das sieht man daran, dass die Steigung der Linie «Wissenstransfer» in Abbildung C 4.11 geringer ist als die Steigung der Linie «kombinierter Wissenstransfer» in Abbildung C 4.17.

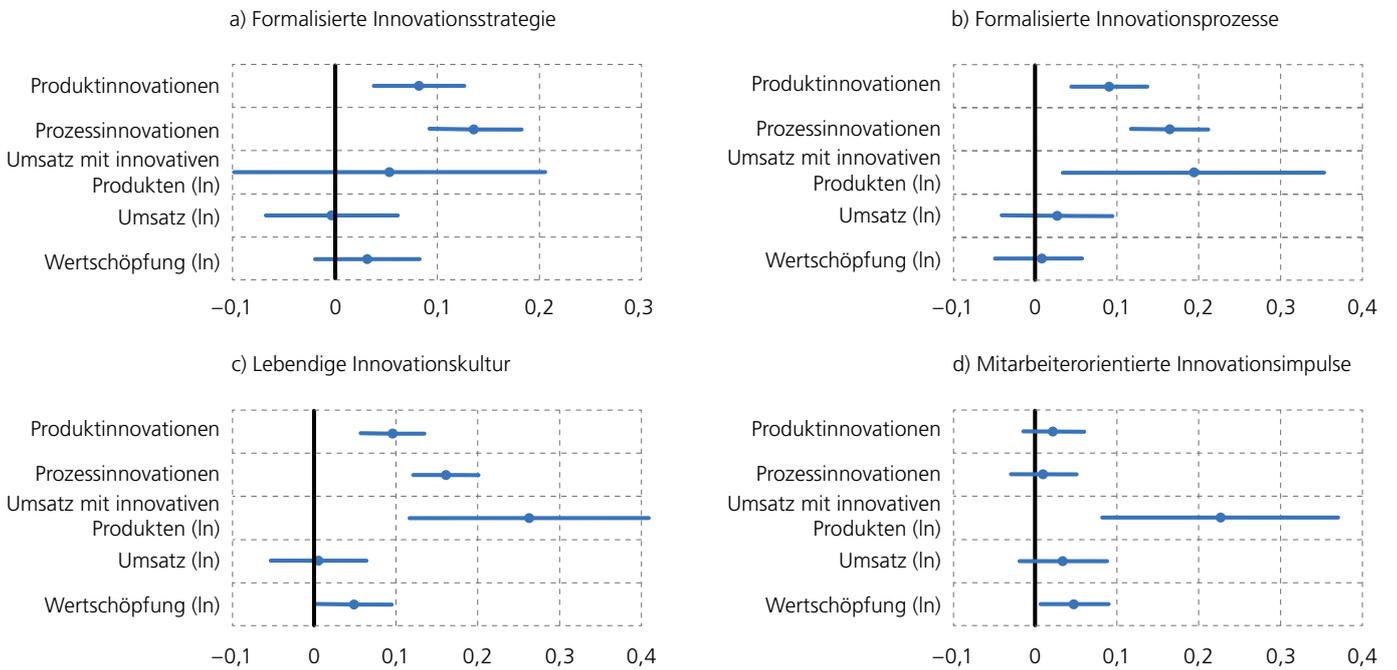
4.5 WTT-fördernde und -hemmende Faktoren

Die Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen haben gezeigt, dass der WTT die Innovationsleistung und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen erhöhen kann. Der WTT kann seinen Nutzen für die Privatwirtschaft entfalten, wenn er von folgenden Massnahmen begleitet wird:

- Direkte WTT-Förderung: Massnahmen, welche die Investitionen in F&E der Unternehmen unterstützen oder das Ausbildungs-niveau (Anteil der Hochschulabsolventen) in den Unternehmen erhöhen, fördern auch die Wahrscheinlichkeit des Wissenstranfers (siehe Abbildung C 4.8) und den kommerziellen Erfolg von WTT-basierten innovativen Produkten und Prozessen (siehe Abbildungen C 4.11 bis C 4.17);
- Behebung oder Verminderung von WTT-Hemmnissen: Spezielle Impulse, die das Hemmnisprofil der Unternehmen berücksichtigen, können den Effekt von WTT auf die Unternehmensperformance verstärken.

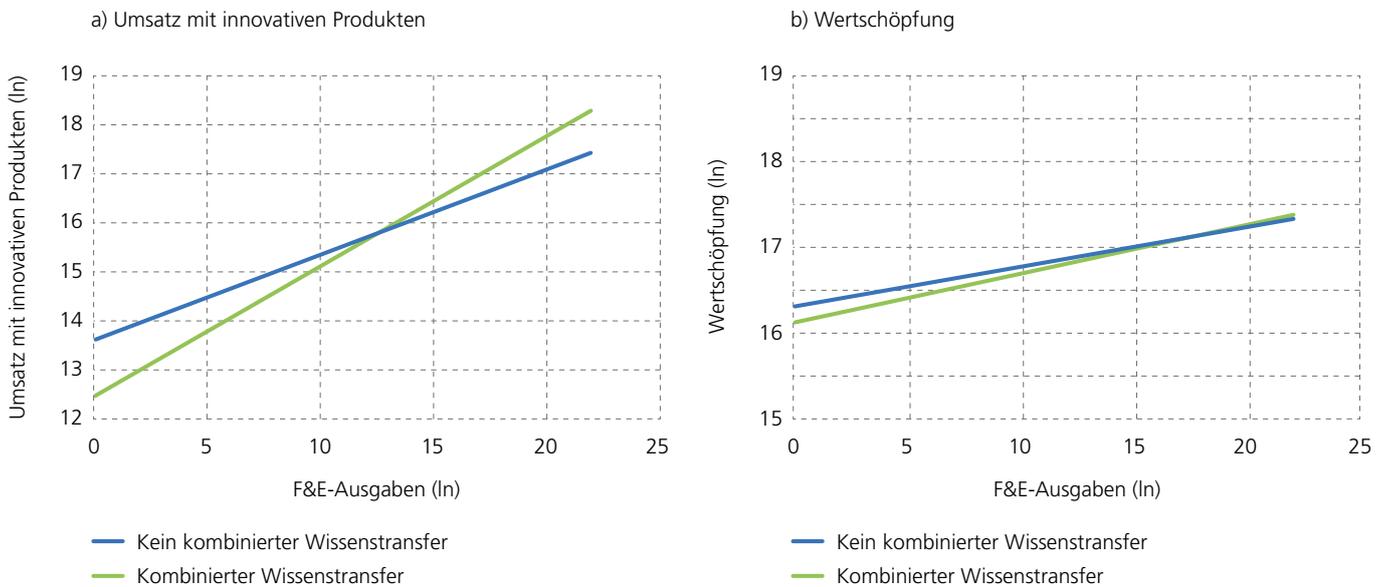
Im Folgenden werden die WTT-Hemmnisse betrachtet: In einem ersten Schritt werden die wichtigsten Hemmnisse für alle Unternehmen präsentiert (Kapitel 4.5.1), bevor diese in einem zweiten Schritt mit den Charakteristiken und der technologischen Ausrichtung der Unternehmen in Zusammenhang gebracht werden (Kapitel 4.5.2).

Abbildung C 4.16: Innovationsstrategien, -prozesse, -kultur und Unternehmensperformance



Lesehilfe: Eine formalisierte Innovationsstrategie steht in einem positiven und signifikanten Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit, innovative Produkte hervorzubringen.
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Abbildung C 4.17: F&E-Ausgaben, kombinierter WTT und Unternehmensperformance



Lesehilfe: Kombiniertes Wissenstransfer verstärkt den positiven Zusammenhang zwischen den F&E-Ausgaben einer Unternehmung und dem Umsatz mit innovativen Produkten.
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

4.5.1 Hemmnisse des WTT

Die Häufigkeit der Nennung wichtiger Hemmnisse hat sich im Zeitablauf leicht verringert: Kosten und Risiken sowie die Voraussetzungen für den WTT an den Hochschulen (z.B. fehlendes unternehmerisches Denken, zu wenig interessante Forschungsausrichtung) und im eigenen Unternehmen (z.B. mangelndes Interesse an wissenschaftlichen Projekten) haben am stärksten an Bedeutung verloren (Abbildung C 4.18).

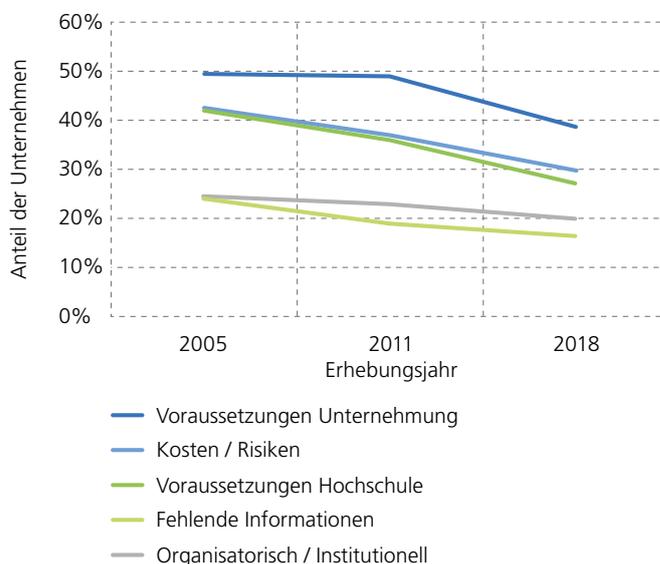
Oft fehlen die Voraussetzung im eigenen Unternehmen für den WTT

Für alle Wirtschaftssektoren (Industrie, Bau und Dienstleistungen) bleiben die fehlenden Voraussetzungen für den WTT innerhalb des eigenen Unternehmens jedoch die wichtigste Hemmniskategorie. Innerhalb dieser Kategorie spielt zumeist ein mangelndes Interesse des Unternehmens an wissenschaftlichen Projekten und besonders die Annahme, dass die F&E-Fragen der Unternehmen für die Hochschulen uninteressant sind, eine bedeutende Rolle. Dasselbe Bild zeigt sich für die KMUs. Im Gegensatz dazu hat die Bedeutung «fehlende Voraussetzungen für den WTT im eigenen Unternehmen» für Grossunternehmen stark abgenommen. Diese sind am häufigsten durch fehlende Voraussetzungen der Hochschulen (beispielsweise durch eine zu wenig interessante Forschungsausrichtung) und Kosten und Risiken, die mit dem WTT assoziiert sind (im Besonderen durch mangelnde Geheimhaltung bzw. mangelnde Exklusivität), gehemmt. Die letzte Kategorie der Hemmnisse ist auch für Hightech-Unternehmen am wichtigsten, wobei insbesondere die finanzielle Situation des Unternehmens den WTT hemmt. «Organisatorische / Institutionelle Hemmnisse» stellen nur für Industrieunternehmen eine gewisse Hürde dar (vor allem die Genehmigungsverfahren und gesetzliche Beschränkungen). Zudem fällt auf, dass Grossunternehmen fehlenden Informationen und insbesondere den Schwierigkeiten des Auffindens von geeigneten Ansprechpartnern häufiger eine hohe Bedeutung zuschreiben.

Die Erfahrung mit WTT verändert die Wahrnehmung der Hemmnisse

WTT-aktive Unternehmen und WTT-inaktive Unternehmen haben eine sehr unterschiedliche Wahrnehmung der jeweiligen Hemmniskategorien (siehe Abbildung C 4.19). Oftmals rückt erst die Erfahrung mit WTT die verschiedenen Hemmniskategorien ins Bewusstsein. Als erstes fällt auf, dass WTT-aktive Unternehmen keinen Rückgang in der Bedeutung der Hemmniskategorien verzeichnen (im Gegensatz zu Abbildung C 4.18). Zudem bewerten WTT-aktive Unternehmen kosten- und risikobezogene Hemmnisse im Zeitablauf häufiger als sehr wesentlich. Dies gilt für alle Grössenklassen der Unternehmen sowie für den Dienstleistungs- und insbesondere den Industriesektor. Besonders bei den Einzelhemmnissen dieser Kategorie (Kosten und Risiko) zeigt sich für WTT-aktive Unternehmen ein interessantes Bild. KMUs sind am häufigsten durch mangelnde eigene finanzielle Mittel restringiert, während bei Grossunternehmen «mangelnde Geheimhaltung bei den Hochschulen» hemmend wirkt. Die Hightech-Industrie sieht sich zudem durch umfangreiche Folgearbeiten in ihren WTT-Bestrebungen eingeschränkt.

Abbildung C 4.18: Hemmnisse des WTT für alle Unternehmen



Die Grafik zeigt den Anteil der Unternehmen, welche innerhalb der drei Befragungszeiträume mindestens einem Hemmnis des WTT innerhalb der jeweiligen Kategorie eine hohe Bedeutung (Werte 4 und 5 auf einer 5-stufigen Skala) zuschreiben. Basis: alle Unternehmen
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

4.5.2 WTT-Hemmnisse in Zusammenhang mit den Charakteristiken und der technologischen Ausrichtung der Unternehmen

Die subjektiven Antworten der Unternehmen müssen durch Korrelationsanalysen ergänzt werden, um zu zeigen, welche Faktoren das Hemmnisempfinden der Unternehmen treiben. Die Abbildungen C 4.20 und C 4.21 zeigen, welcher Unternehmenstypus von welchen Hemmnissen besonders betroffen ist.²⁷ Dabei wird zwischen WTT-inaktiven Unternehmen und WTT-aktiven Unternehmen unterschieden. Für WTT-inaktive Unternehmen stellen die identifizierten Hemmnisse eine Eintrittsbarriere in den WTT dar, für bereits WTT-aktive Unternehmen sind dies hingegen Intensivierungshindernisse.

Eintrittsbarrieren: F&E-aktive Unternehmen orten auch Mängel an den Hochschulen

Hohe F&E-Ausgaben sind eine wesentliche Determinante für den WTT. Dennoch gibt es eine Reihe von F&E-aktiven Unternehmen, die keinen WTT betreiben. Deren Hemmnisempfinden sollte aus wirtschaftspolitischer Sicht grosse Aufmerksamkeit geschenkt wer-

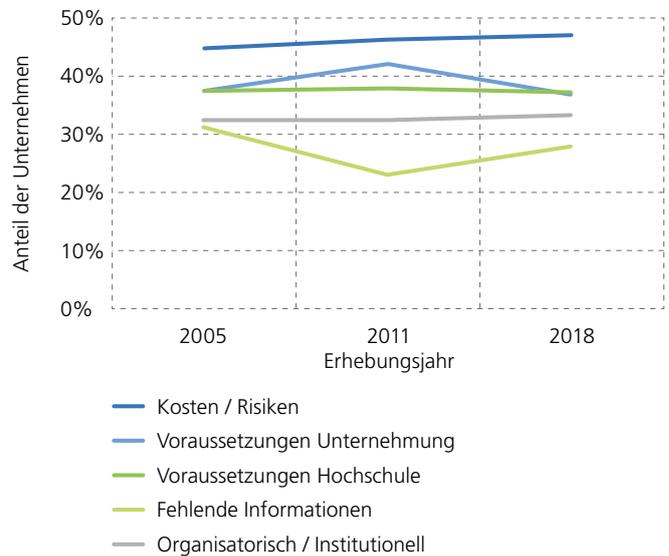
²⁷ Technische Anmerkung: Diese Grafik zeigt die Pooled-OLS-Schätzer der Hemmnisgleichung und deren 90%-Konfidenzintervalle. Falls das Konfidenzintervall die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. «Eintrittsbarrieren» bezieht sich auf Unternehmen, die in den letzten sechs Jahren vor dem Befragungszeitpunkt nicht WTT aktiv waren. «Intensivierungshemmnisse» bezieht sich auf Unternehmen, die in derselben Periode WTT aktiv waren. Die abhängigen Variablen sind sechs beschriebenen Hemmniskategorien. Zusätzliche Kontrollvariablen umfassen 33 Industriedummies, Zeitdummies und Dummies für Technologiefelder.

Transferhemmnisse	
Kategorien	Einzelhemmnisse
Fehlende Informationen	Fehlende Informationen zu Forschungsaktivitäten Geeignete Ansprechpartner finden Ungenügende Ausstattung der Schnittstelle zu Hochschulen
Voraussetzungen Unternehmung	Mangel an qualifiziertem Personal Mangel an technischer Ausstattung Mangelndes Interesse Eigene F&E-Fragen sind uninteressant für Hochschulen
Voraussetzungen Hochschulen	Mangel an Fachpersonal für den Wissenstransfer Mangelndes unternehmerisches Denken Uninteressante Forschungsausrichtung Kommerzielle Verwertung der Forschungsergebnisse
Kosten / Risiken	Keine garantierte Geheimhaltung Umfangreiche Folgearbeiten Finanzen der Unternehmung Finanzen der Hochschulen Effizienz der Hochschule Technologische Abhängigkeit Unsicherheit bezüglich des Kooperationsergebnisses
Organisatorisch / Institutionell	Aufwendige Genehmigungsverfahren, gesetzliche Beschränkungen Fehlende administrative Unterstützung der Hochschulen Fehlende Unterstützung bei der kommerzielle Verwertung Probleme mit den Verfügungsrechten Managementprobleme der Hochschule Unterschiedliche Prioritäten Fehlende Vertrauensbasis Reputationsverlust

den. Unternehmen mit höheren F&E-Ausgaben identifizieren signifikant häufiger «fehlende Informationen», «fehlende Voraussetzungen für den Austausch von Know-how bei den Hochschulen», «Kosten- und Risikoaspekte» und «organisatorische und institutionelle Hemmnisse» als wesentliche Hemmniskategorien (siehe Abbildung C 4.20).

Betrachtet man die Hemmniskategorien im Detail, so sind es vor allem die Einzelhemmnisse «fehlende Informationen über die Forschungsaktivitäten der Hochschulen», «Schwierigkeiten, geeignete Ansprechpartner an den Hochschulen zu finden», «mangelndes unternehmerisches Denken der Hochschulen», «keine Garantie der Geheimhaltung des internen Know-how der Unternehmung», die Annahme «unterschiedlicher Prioritäten» und eine mangelnde «Vertrauensbasis», die sie davon abhalten,

Abbildung C 4.19: Hemmnisse des WTT für die WTT-aktiven Unternehmen



Die Grafik zeigt den Anteil der WTT-aktiven Unternehmen, die innerhalb der drei Befragungszeiträume mindestens einem Hemmnis des WTT innerhalb der jeweiligen Kategorie eine hohe Bedeutung (Werte 4 und 5 auf einer 5-stufigen Skala) zuschrieben.
Basis: WTT-aktive Unternehmen
Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

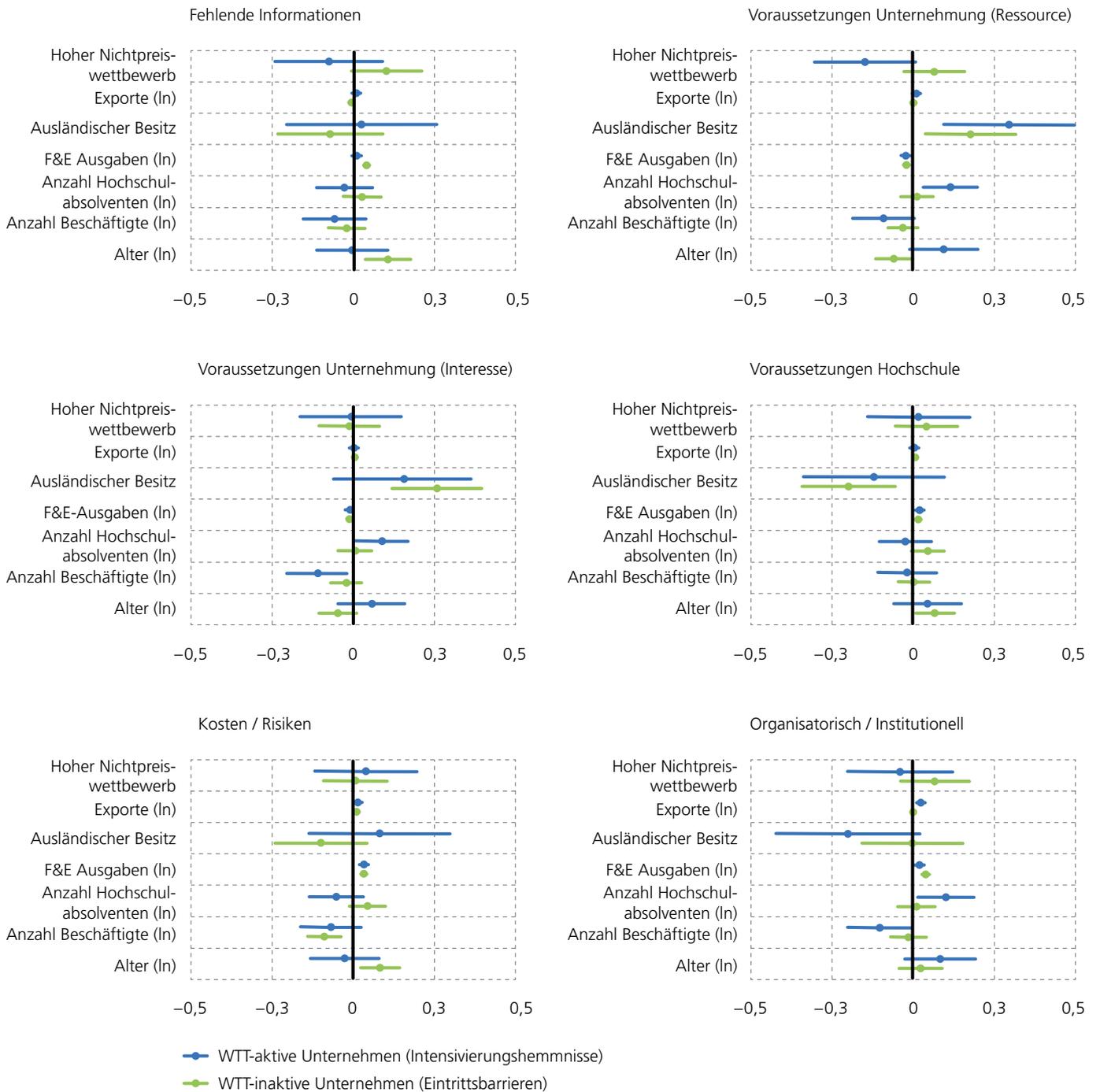
WTT zu betreiben. Wirtschaftspolitische Massnahmen, die in diesen Bereichen eine Veränderung bringen, hätten eine hohe Wahrscheinlichkeit, den Anteil transferaktiver Unternehmen zu erhöhen.

Eintrittsbarrieren: Die technologische Ausrichtung des Unternehmens ist wesentlich

Während Unternehmen mit mikroelektronischer Ausrichtung häufig «fehlende Voraussetzungen bei den Hochschulen» und «organisatorische und institutionelle Hemmnisse» für wichtig erachten, sind es bei informatikorientierten Unternehmen vor allem die Aspekte «Kosten und Risiko» (Abbildung C 4.21).²⁸ Den Unternehmen der Medizinaltechnologie mangelt es an transferrelevanten «Informationen», und sie sehen in den «Kosten und Risiko» und in den «institutionellen und organisatorischen» Faktoren ebenfalls wesentliche Beweggründe, keinen WTT zu betreiben. Unternehmen, die sich mit flexiblen, integrierten Fertigungstechniken befassen, fehlen die Informationen. Darüber hinaus sehen sie oft «fehlende Voraussetzungen bei den Hochschulen» als wesentliche Hemmniskategorie. Interessant ist, dass die Unterneh-

²⁸ Technische Anmerkung: Diese Grafik zeigt die Pooled OLS Schätzer der Hemmnisgleichung und deren 90%-Konfidenzintervalle. Falls das Konfidenzintervall, dargestellt durch den beidseitig begrenzten Strich, die Null-Linie nicht umfasst, gilt der Effekt als signifikant von Null verschieden. «Eintrittsbarrieren» bezieht sich auf Unternehmen, die in den letzten 6 Jahren vor dem Befragungszeitpunkt nicht WTT aktiv waren. «Intensivierungshemmnisse» bezieht sich auf Unternehmen, die in derselben Periode WTT aktiv waren. Die abhängigen Variablen sind sechs beschriebenen Hemmniskategorien. Zusätzliche Kontrollvariablen umfassen 33 Industriedummies, Zeitdummies, und die vorher erwähnten Unternehmenscharakteristiken.

Abbildung C 4.20: Hemmnisse des Wissenstransfers – Unternehmenscharakteristiken



Lesehilfe: WTT-inaktive Unternehmen mit F&E-Ausgaben (in mittlerer Höhe) identifizieren informationsbezogene Faktoren signifikant häufiger als wesentliches Hemmnis, um WTT Aktivitäten aufzunehmen.
 Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

men in keinem der berücksichtigten Technologiefelder «fehlende Voraussetzungen im eigenen Unternehmen» als wesentlich empfinden.

Mit WTT Erfahrung ändern sich die technologiespezifischen Hemmnisse – «fehlende Voraussetzungen bei den Hochschulen» verlieren an Bedeutung

Insgesamt sieht man weniger statistisch signifikante Beziehungen zwischen der technologischen Orientierung und der Beurteilung von Hemmniskategorien. Dies deutet darauf hin, dass Massnahmen zur Intensivierung des WTT weniger technologiespezifisch sind als Massnahmen zur Verringerung der Eintrittsbarrieren in den WTT.

Bei den WTT-aktiven Unternehmen zeigt sich ein positiver Zusammenhang zur Hemmniskategorie «Fehlende Voraussetzungen bei den Hochschulen» nur noch im technologischen Bereich der Telekommunikation und in der Medizintechnik (Abbildung C 4.21).²⁹ Nanotechnologieunternehmen, Unternehmen der Umwelttechnologien und vor allem Unternehmen, die sich mit Finanzmodellen befassen (z.B. Banken und Versicherungen), stellen im Zuge von WTT-Aktivitäten des Öfteren unternehmensinterne Unzulänglichkeiten fest. Bei Nanotechnologieunternehmen sind dies besonders Hemmnisse, die mit dem «Interesse» des Unternehmens an wissenschaftlichen Projekten zusammenhängen. Bei Unternehmen, die sich auf Umwelttechniken fokussieren, stehen die ressourcenbezogene Voraussetzungen im Unternehmen wie «mangelndes Fachpersonal» oder «mangelnde technische Ausstattung» einer Intensivierung im Weg. Bei Unternehmen, die sich mit mathematischen Finanzmodellen beschäftigen, sind beide Hemmnisse von Bedeutung. Ähnlich treten erst im Zuge der WTT-Erfahrung «Kosten und Risiko»-Aspekte und «organisatorische und institutionelle» Hemmnisse im Bereich der Nanotechnologie in den Vordergrund. Im Bereich der Informatik bleiben «Informationsmangel» und «organisatorische und institutionelle» Hemmnisse wichtig.

WTT-aktive Unternehmen, welche die Innosuisse als wichtig erachten, weisen einen stärkeren Zusammenhang zwischen F&E-Ausgaben und Innovationsleistung auf

Die bisherige Analyse hat verdeutlicht, dass die F&E-Aktivitäten der Unternehmen ein wesentlicher Faktor sind, um die Ergebnisse des Wissenstransfers in kommerziellen Erfolg umzusetzen. Innovationsagenturen wie die Innosuisse, die über ihre Fördermassnahmen finanzielle Mittel für Innovationsprojekte bereitstellen, können damit darüber hinaus zusätzliche F&E-Ausgaben bei den Unternehmen generieren (Beck et al., 2016). Abbildung C 4.22 zeigt, dass diejenigen WTT-aktiven Unternehmen, die der Innosuisse eine grosse oder sehr grosse Bedeutung beim Wissenstransfer beimessen und gleichzeitig hohe F&E-Ausgaben haben, eine deutlich höhere Innovationsleistung aufweisen. Der Zusammenhang zwischen F&E-Ausgaben und dem kommerziellen Erfolg innovativer Produkte sowie mit dem gesamten Umsatz ist signifikant stärker für Unternehmen, die der Innosuisse eine hohe Bedeutung

beimessen. Abbildungen C 4.22 a) und c) illustrieren die signifikant stärkeren marginalen Effekte der F&E-Ausgaben, wenn Unternehmen der Innovationsförderung durch die Innosuisse eine hohe Bedeutung beimessen. Ähnlich positive Zusammenhänge lassen sich bei denjenigen Unternehmen, die den EU-Programmen eine grosse oder sehr grosse Bedeutung beimessen, ausmachen, obwohl diese im direkten Vergleich statistisch schwächer und weniger breit abgestützt sind (siehe Abbildungen C 4.22 b) und d)). Im Allgemeinen lässt sich also festhalten, dass WTT-aktive Unternehmen, die Innovationsförderagenturen als wichtig oder sehr wichtig erachten, ihre F&E-Aktivitäten in Bezug auf den kommerziellen Erfolg effektiver einsetzen können³⁰.

4.6 Schlussfolgerungen

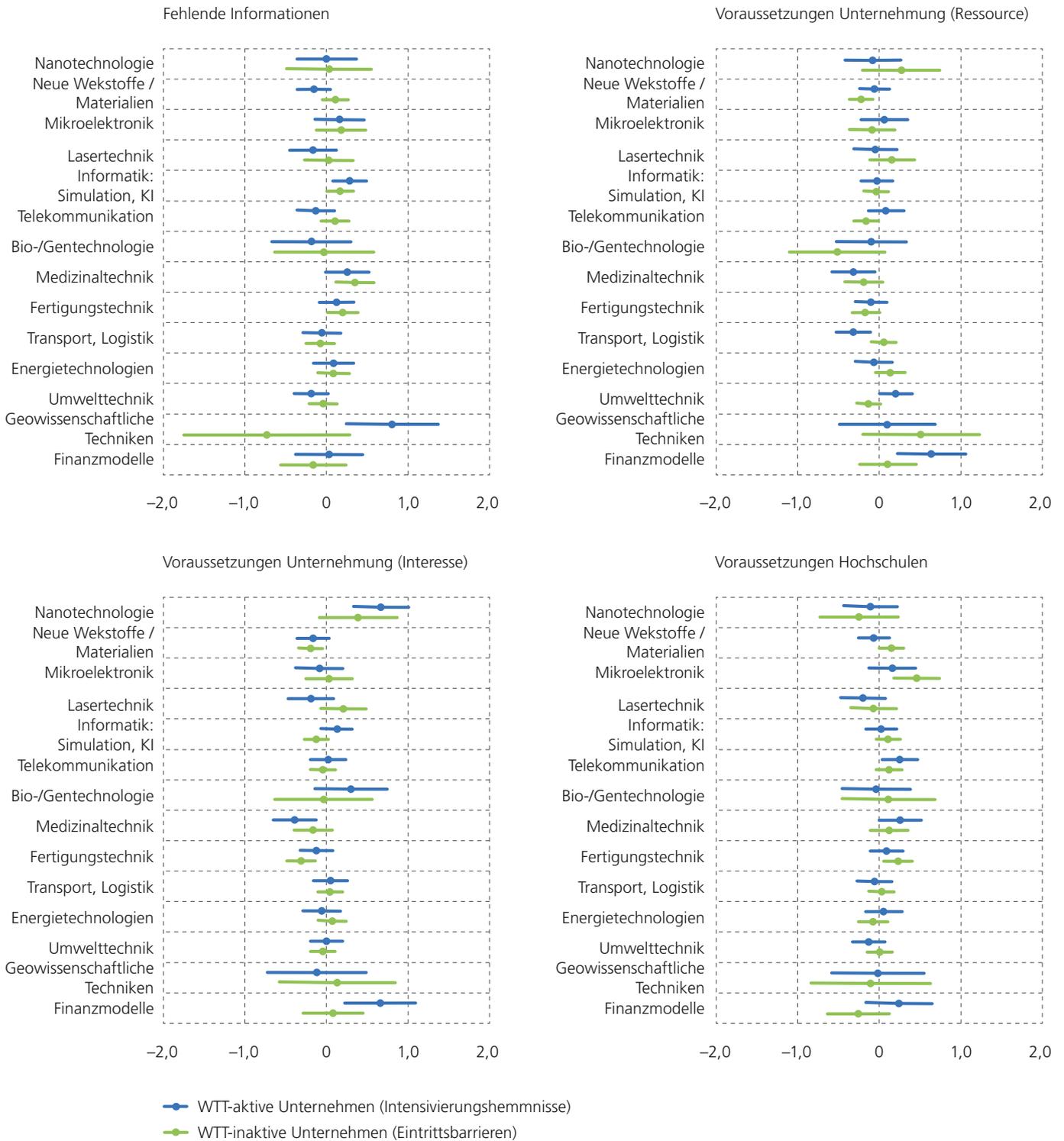
Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass der WTT in der Schweiz das Potenzial hat, den Innovationserfolg der Unternehmen sowie deren Wettbewerbsfähigkeit deutlich zu steigern. Die Hochschulen leisten somit einen gesellschaftlichen Beitrag, der über die reine Ausbildungsfunktion und Grundlagenforschung hinausgeht. WTT zwischen Hochschulen und Unternehmen erhöht unter den richtigen Voraussetzungen auch den kommerziellen Erfolg innovativer Produkte und Dienstleistungen. Damit fördert er eine nachhaltige Unternehmensentwicklung und verringert die Wahrscheinlichkeit finanzieller Durststrecken («Valley of Death»), die vor allem bei jüngeren Unternehmen während der Entwicklungsphase auftauchen können.

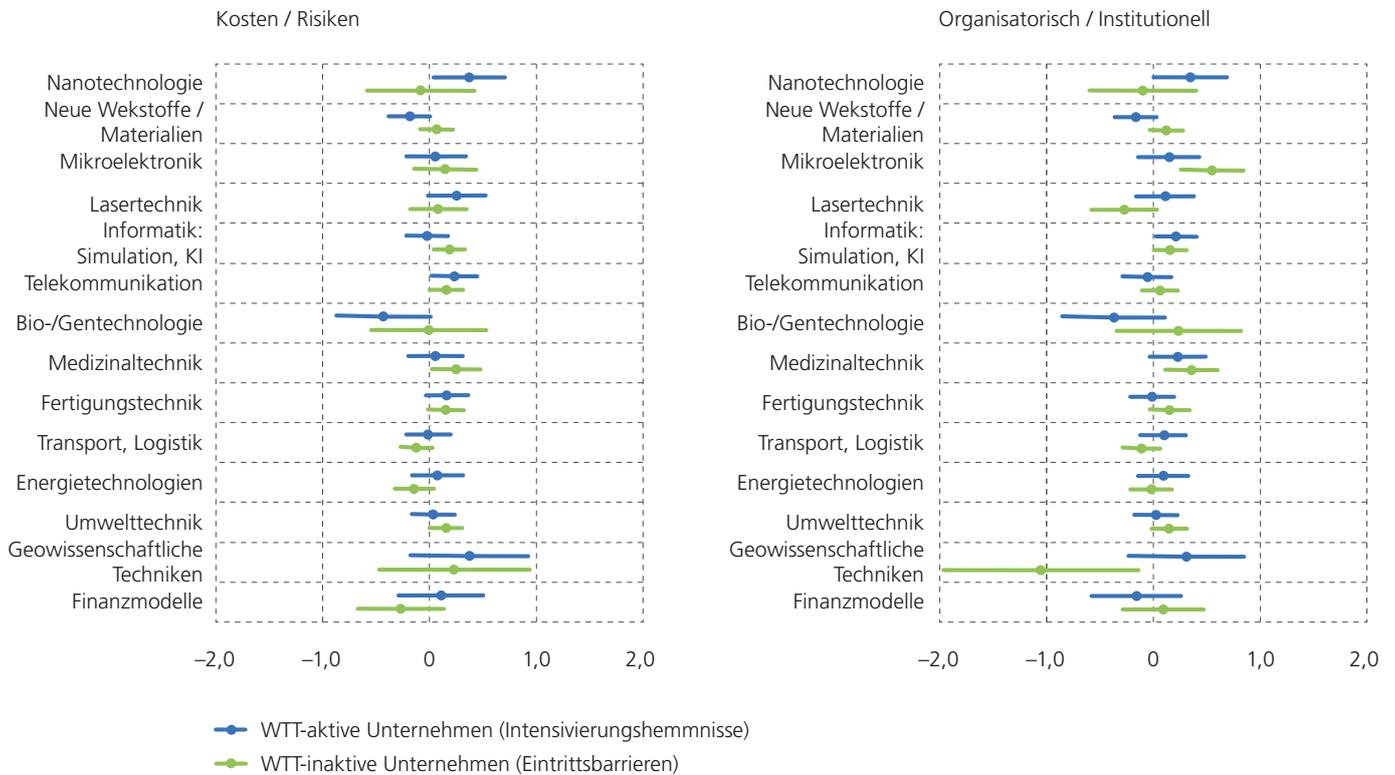
Vor diesem Hintergrund zeigt die Studie, dass F&E-Investitionen der Unternehmen ein zentrales Merkmal WTT-aktiver Unternehmen sind. Sie verweisen auf ein besseres Verständnis der Hochschulforschung und erhöhen, ähnlich einer offenen Innovationskultur oder eines hohen Anteils gut ausgebildeter Mitarbeiter, die Wahrscheinlichkeit WTT-Aktivitäten durchzuführen. Unternehmensinterne Faktoren sind eine notwendige, jedoch keine hinreichende Voraussetzung. Auch auf Seiten der Hochschulen und an der Schnittstelle zu den Unternehmen müssen geeignete Voraussetzungen für den WTT vorliegen. Fehlende Informationen über Forschungsaktivitäten an den Hochschulen, Schwierigkeiten geeignete Ansprechpartner zu finden, mangelndes unternehmerisches Denken an den Hochschulen, keine Garantie der Geheimhaltung bzw. mangelnde Exklusivität und unterschiedliche Prioritäten tragen dazu bei, dass F&E-aktive Unternehmen keinen WTT betreiben.

²⁹ Das zeigt sich dadurch, dass bei diesen Technologien in der betreffenden Hemmniskategorie, das Konfidenzintervall (beidseitig begrenzte Linie) um den Beobachtungspunkt, die Null-Linie nicht umfasst.

³⁰ Technische Anmerkung: Innosuisse und EU-Programme sind binäre Variablen (0/1), welche angeben ob diesen eine grosse Bedeutung beim Wissensaustausch zukommt. Innosuisse und EU Programme wurden in einzelnen bivariaten Gleichungen geschätzt, um der hohen Multikollinearität zuvorzukommen. Alle Modelle sind mit Random Effects geschätzt und enthalten die erklärenden Variablen In(Beschäftigung), In(Beschäftigte mit Hochschulabschluss), In(Investitionen), In(Exporte), In(Firmenalter), Ausländischer Besitz, Zeit und Branchen Dummies.

Abbildung C 4.21: Hemmnisse des Wissenstransfers – Technologische Aktivitäten



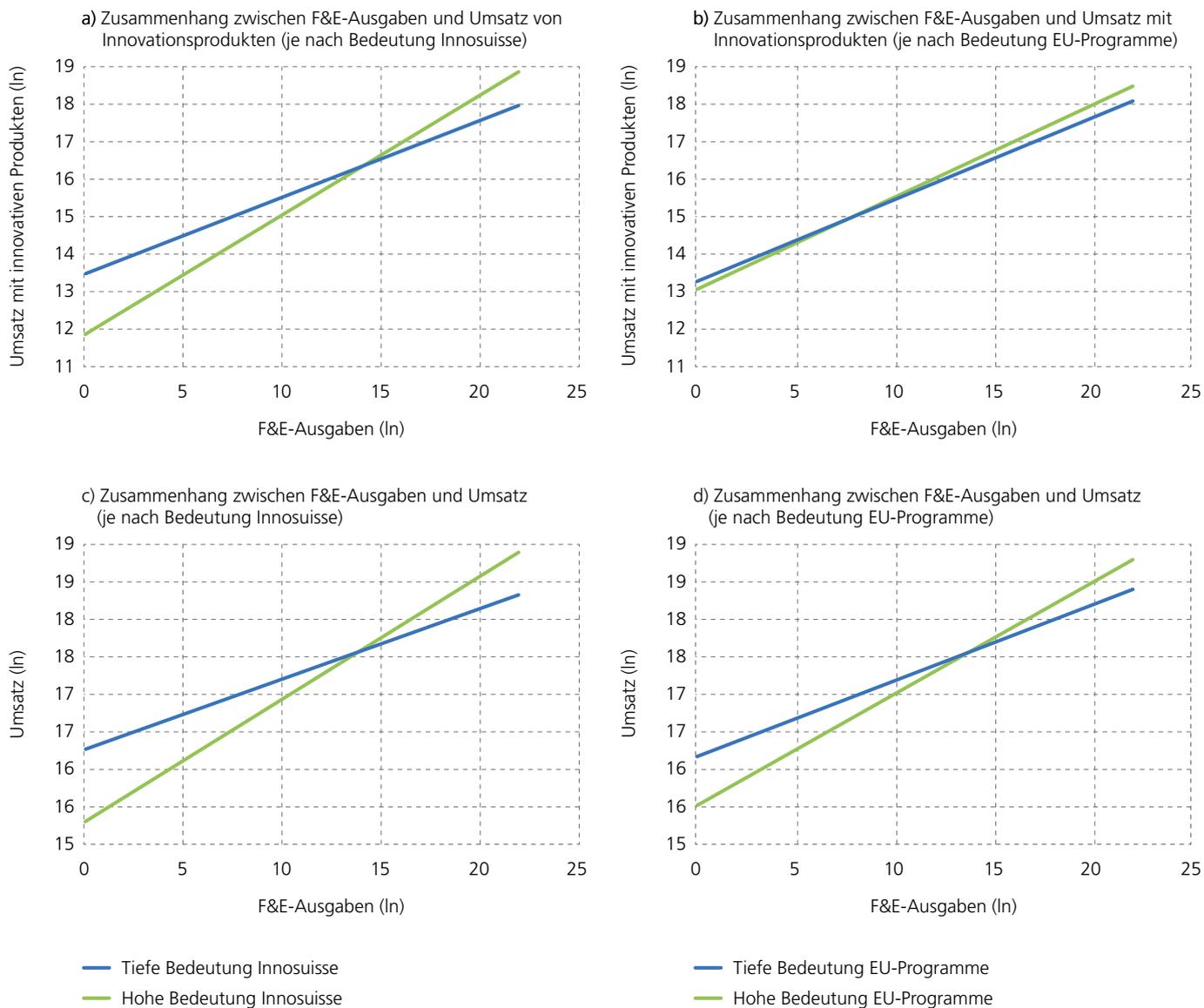


Lesehilfe: WTT-aktive Unternehmen, die im Bereich «Informatik: Simulation, KI» aktiv sind, identifizieren informationsbezogene Faktoren signifikant häufiger als wesentliches Hemmnis, um ihre WTT Aktivitäten zu intensivieren.
 Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)

Ein F&E-investitionsfreundliches Umfeld verbessert die Wahrscheinlichkeit für erfolgreichen WTT und erhöht somit den Nutzen der Hochschulen für die Privatwirtschaft. Zu einem solchen Umfeld zählen auch die Förderleistungen der Innosuisse sowie der Zugang zu internationalen Innovationsförderinstitutionen (z.B. zu denen der EU). Diese haben das Potenzial, den kommerziellen Erfolg innovativer Produkte und Dienstleistungen zu erhöhen. Massnahmen zur Gestaltung einer offenen Innovationskultur im Unternehmen (z.B. durch Informationsmassnahmen oder durch Förderung der Teilnahme an internationalen Kooperationsprojekten) fördern den WTT ebenfalls. Darüber hinaus sind gut ausgebildete Hochschulabgänger ein wesentlicher Faktor für einen erfolgreichen Wissenstransfer. Sie «transportieren» das Hochschulwissen direkt in die Unternehmen und erhöhen dort auch das Verständnis für die Hochschulforschung. Die vorliegende Studie zeigt auch, dass der Zugang zu internationalen Absatzmärkten nicht nur Anreize für den WTT schafft, er erhöht auch die kommerzielle Verwertbarkeit des Hochschulwissens für ein Unternehmen.

Bei konkreteren wirtschaftspolitischen Massnahmen sollte beachtet werden, dass Transferhemmnisse technologiespezifisch sind. Unternehmen der Mikroelektronik beispielsweise sind von anderen Faktoren betroffen als Informatikunternehmen. «Zukunftstechnologien» sollte man besondere Aufmerksamkeit schenken. Der WTT findet in einem technologisch sehr dynamischen Umfeld statt. Mit neuen Entwicklungen beispielsweise im Bereich der Digitalisierung, der Umwelttechnologien oder der Medizinaltechnologien verändern sich auch die technologischen Profile und die Notwendigkeiten der Unternehmen. Dies kann die Bedeutung und Effektivität des WTTs stark beeinflussen. Deshalb sollte die strukturelle Dynamik der Privatwirtschaft (z.B. die stetige Tertiärisierung der Wirtschaft) auch im Hinblick auf ihre Auswirkung auf den WTT aufmerksam verfolgt werden.

Abbildung C 4.22: F&E-Ausgaben, die Bedeutung von Innovationsförderinstitutionen im Rahmen des WTT und Unternehmensperformance



Lesehilfe: Unternehmen, die der Innosuisse im Rahmen ihrer WTT-Aktivitäten eine hohe Bedeutung beimessen, zeigen einen stärkeren Zusammenhang zwischen den F&E-Ausgaben und dem Umsatz mit innovativen Produkten.
 Quelle: KOF WTT-Erhebung (2018)





Ein europäischer Forschungsverbund will in der Antarktis nach 1,5 Millionen Jahre altem Eis bohren. Die Analyse der im Eis gespeicherten Klimadaten soll zum besseren Verständnis des Wechselspiels zwischen Warm- und Kaltzeiten beitragen. Am Projekt beteiligt ist auch das Oeschger-Zentrum für Klimaforschung (OCCR) der Universität Bern. Dieses ist unter anderem aus dem ehemaligen Nationalen Forschungsschwerpunkt «NFS Klima» hervorgegangen und forscht interdisziplinär an vorderster Front der Klimawissenschaften. Mittels natürlicher Klimaarchive aus Eisbohrkernen, Seesedimenten, Stalagmiten und Baumringen, aber auch auf der Grundlage historischer Dokumente blicken die Forschenden mehrere Jahrtausende zurück. Die umfassende Rekonstruktion des Klimas der Vergangenheit ist eine der Kernkompetenzen des OCCR. Die langen Proxydaten- und Messreihen in Europa und der Schweiz erlauben Klimarekonstruktionen von weltweit einzigartiger Qualität. Sie vermitteln einen detaillierten Einblick in die langfristige Diagnose der Atmosphärendynamik (Druck, Niederschlag und Temperatur), in die Ursachen von Klimaänderungen und in die Statistik von Extremereignissen.

Bild: Manu Friedrich

TEIL C: STUDIE 5

Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschaftsorganisationen

Zusammenfassung

Im Zentrum der Studie steht der Wissens- und Technologietransfer (WTT) von Hochschulen und Forschungsinstitutionen (Wissenschaftsorganisationen) in der Schweiz mit Unternehmen. Am wichtigsten ist der Wissensaustausch für die Institute der Fachhochschulen, die intensiv mit Schweizer KMU zusammenarbeiten. Bei den Instituten des ETH-Bereichs ist die Intensität des Wissensaustauschs ebenfalls hoch. Auffallend ist ihre vergleichsweise hohe Anzahl Patentanmeldungen, Lizenzverträge und Spin-offs. Bei den kantonalen Universitäten findet sich eine Zweiteilung: Knapp die Hälfte der Institute, vielfach aus den Naturwissenschaften, zeigt ein mit den ETH-Instituten vergleichbares Verhalten. Die andere Hälfte fokussiert sich stärker auf die Grundlagenforschung und Lehre sowie auf Leistungen für die Gesellschaft (zum Beispiel medizinischen Leistungen). Bedeutende intermediäre Organisationen (z.B. öffentliche Förderagenturen, WTT-Stellen) zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine starke interne Verankerung an einer Hochschule oder Forschungsorganisation haben und Kenntnisse zu Märkten und Kunden aufweisen.

Etwas mehr als drei Viertel aller Institute von Hochschulen und Forschungsinstitutionen in der Schweiz haben in den Jahren 2015 bis 2017 mit privaten Unternehmen in der Schweiz zusammengearbeitet. Im Weiteren haben vier von zehn Instituten mit Unternehmen im Ausland kooperiert. Wichtige Motive für die Institute zur Beteiligung am Wissensaustausch sind die Anwendung ihres Wissens zur Lösung praktischer Probleme, die Stärkung und Finanzierung der Forschung, der Erwerb von Praxiswissen und nicht zuletzt auch die Steigerung der externen Sichtbarkeit der Forschungseinheit. Die wichtigsten Kanäle im Wissensaustausch sind informelle Mechanismen (zum Beispiel Kontakte zu Mitarbeitenden in Unternehmen, Austausch bei Veranstaltungen oder Kontakte zu früheren Mitarbeitenden) und öffentlich geförderte F&E-Kooperationen. Diese Motive und Mechanismen gelten jedoch nicht für alle Institute gleichermaßen. Auch variiert die Intensität des Wissensaustauschs je nach Organisationstyp und Fachgebiet.

Am wichtigsten ist der Wissensaustausch für die Institute der Fachhochschulen (FH), die intensiv mit Schweizer KMU zusammenarbeiten. Sie messen forschungs- und ausbildungsbezogenen Mechanismen mit Abstand die grösste Bedeutung zu. Die interne Organisationskultur und das Regelwerk der FH schreiben anwendungsbezogenen Tätigkeiten eine grosse Bedeutung zu und begünstigen entsprechend die Arbeit mit und für Unternehmen. FH-Institute geben allerdings an, dass eine zu hohe Lehrbelastung und Schwierigkeiten bei der Projektfinanzierung ihre Möglichkeiten im Wissensaustausch beschränken.

In den Instituten des ETH-Bereichs ist die Intensität des Wissensaustauschs ebenfalls hoch, was primär den grundsätzlich sehr praxis- und industrieorientierten Ingenieurfachern geschuldet ist sowie der Exzellenz der Forschung. Dies erklärt auch die relativ hohen

Zahlen bei Patentanmeldungen, Lizenzverträgen und Spin-offs. Das Selbstverständnis, die internen Regelungen und nicht zuletzt die Formen und Breite des Wissensaustauschs sind anders als bei den Fachhochschulen: Grundlagenforschung und Qualifikationen von Wissenschaftlern haben einen viel grösseren Stellenwert. Obwohl ETH-Institute ebenfalls häufig mit Unternehmen zusammenarbeiten, beschränkt sich die Zusammenarbeit vor allem auf Forschungsk Kooperationen. Andere Zusammenarbeitsformen sind weniger häufig, was nicht zuletzt auch dem als strenger empfundenen Regelwerk der ETH-Institutionen bezüglich der Unternehmenszusammenarbeit geschuldet ist.

Bei den Instituten der kantonalen Universitäten, der mit Abstand grössten Gruppe der Befragung, findet sich ein deutlich heterogeneres Bild als bei den ETH und FH. Knapp die Hälfte der Universitätsinstitute, vielfach aus den Naturwissenschaften, bewältigt ähnlich wie die meisten ETH-Institute den Spagat zwischen Grundlagenforschung und Umsetzung in die Praxis ziemlich erfolgreich. Die andere Hälfte hat dagegen eher Vorbehalte gegen den Wissensaustausch. Sie geben der Grundlagenforschung und Lehre sowie praktischen Leistungen für die Gesellschaft (zum Beispiel medizinischen Leistungen), die nicht zwangsweise auch einen Wissenstransfer umfassen, einen deutlich höheren Stellenwert. Diese Institute haben eher eine geringe Motivation und weniger Ressourcen für den Wissensaustausch mit privaten Unternehmen und grössere Bedenken hinsichtlich der Vereinbarkeit mit ihren anderen Aufgaben. Ihr Engagement im Wissensaustausch bleibt folglich hinter dem der anderen Institute klar zurück.

Die ausseruniversitären Institute zeigen in Bezug auf den WTT ebenfalls ein heterogenes Verhalten. Ein Teil von ihnen weist eine sehr starke Auslandsorientierung auf, die sich auch im Wissensaustausch widerspiegelt. Andere Institute sind dagegen eher regional orientiert. Lehrbasierte Formen des Wissensaustauschs spielen bei ausseruniversitären Instituten naturgemäss keine Rolle. Jedoch sind sie vergleichsweise erfolgreich bei Lizenzierungen und Spin-offs. Zudem sind sie insbesondere im informellen Wissensaustausch sehr aktiv.

In der Schweiz sind in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von intermediären Organisationen (IO) entstanden, die den Wissensaustausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft fördern (z.B. öffentliche Förderagenturen, WTT-Stellen an Hochschulen oder private WTT-Organisationen). Rund die Hälfte der befragten Institute ordnet der öffentlichen Innovationsförderung mittlere, grosse oder gar sehr grosse Bedeutung zu. Auch die WTT-Stellen werden von immerhin 40 % der Institute gleich bewertet. Für alle anderen Organisationstypen ist dies nicht der Fall, so beispielsweise für Innovations- oder Wissenschaftsparks, Gründerzentren, Fonds, kooperative Forschungszentren und internet-basierte Tools. Sie werden von 80 bis 90 % der Institute als wenig bedeutend bezeichnet. Ihre geringe Breitenwirkung ist nicht zuletzt Ausdruck der Vielfalt und Fragmentierung des Innovationsökosystems der

Schweiz. Diese Vielfalt kann durchaus positive Effekte haben, etwa durch vielfältige Angebote und Wettbewerb unter den IO, kann aber auch zu Doppelspurigkeiten und Unübersichtlichkeit führen. Bedeutende intermediäre Organisationen unterscheiden sich aus Sicht der Wissenschaft von den weniger bedeutenden dadurch, dass sie eine etwas stärkere interne Verankerung in einer Hochschule oder Forschungsorganisation haben, eher fachspezifisch und weniger fachübergreifend arbeiten, Kenntnisse zu Märkten und Kunden mitbringen und für die Wissenschaft interessante Veranstaltungen durchführen.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Prof. Franz Barjak, Prof. Fabian Heimsch und Dr. Elisabeth Maidl (Hochschule für Wirtschaft FHNW) durchgeführt wurde. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBFI veröffentlicht (www.sbf.admin.ch).

Inhalt Studie 5

5.1	Einleitung	279
5.2	Beteiligte und Mechanismen im Wissensaustausch	280
5.2.1	Die Institute und ihre Unternehmenspartner	
5.2.2	Wissensaustauschmechanismen	
5.3	Einflussfaktoren auf den Wissensaustausch.	288
5.3.1	Interne Einflussfaktoren: Ressourcen und Kompetenzen der Mitarbeitenden und Ressourcen der Institute	
5.3.2	Unterstützung durch intermediäre Organisationen	
5.3.3	Motive für und Hemmnisse gegen den Wissensaustausch	
5.4	Schlussfolgerungen.	305

5 Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschaftsorganisationen

5.1 Einleitung

Die Innovationspolitik der Schweiz sichert einerseits innovationsfreundliche Rahmenbedingungen, etwa im Hinblick auf das Steuer-, Wettbewerbs- und Arbeitsrecht oder sektorale Politiken (Energie, Gesundheit, Verkehr und Umwelt). Andererseits stellen Bund und Kantone im Sinne des Bildungsföderalismus sicher, dass den Unternehmen durch die Berufsbildung und die akademische Bildung eine ausreichende Anzahl qualifizierter Absolventen zur Verfügung steht (Hotz-Hart & Rohner, 2014). Bei der Forschungspolitik geht es vor allem um die Förderung der Grundlagenforschung sowie der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung (Arvanitis & Hollenstein, 2012; Hotz-Hart & Rohner, 2014; OECD, 2016). Sie konzentriert sich auf die Hochschulen und ausseruniversitären F&E-Einrichtungen und vergibt praktisch keine Innovationsfördermittel direkt an Unternehmen. Die Verantwortung, akademisches Wissen und Technik bei Hochschulen und ausseruniversitären F&E-Einrichtungen abzuholen und sie in marktfähige Produkte, neue Prozesse oder Managementveränderungen umzusetzen, verbleibt bei den Unternehmen.

Dass eine solche, auf Wissens- und Technologietransfer (WTT) fokussierte Innovationspolitik grundsätzlich zum Erfolg führen und positive Effekte auf Unternehmen haben kann, haben Studien in verschiedenen Ländern gezeigt: Die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft steigert demgemäss das F&E-Engagement, die Innovationsrate und nicht zuletzt die Arbeitsproduktivität privater Unternehmen (Beck et al., 2018, für die Schweiz: Arvanitis et al., 2008a). Zwar zeigt sich immer wieder, dass nicht alle Unternehmen sich gleichermaßen daran beteiligen und davon profitieren, insbesondere Grossunternehmen profitieren mehr als KMU, Hightech-Branchen mehr als Lowtech-Branchen, aber Nutzen ziehen in der Tat vor allem Unternehmen im geographischen Einzugsgebiet der Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Auch der Wissenstransfer mittels wissenschaftlich ausgebildeter, hochqualifizierter Absolventen begünstigt vor allem die regionale Wirtschaft (Beck et al., 2018). Schliesslich tragen universitäre Spin-offs und Start-ups zur Erneuerung der Branchenstrukturen bei.

Damit der WTT im weitesten Sinne stattfindet und erfolgreich ist, braucht es zusätzlich zum Interesse der Unternehmen auch eine entsprechende Fokussierung und Bereitschaft in den Wissenschaftsinstitutionen, sich auf die vielfältigen Formen der Kooperation mit Wirtschaft und Gesellschaft einzulassen. Neben dem Bildungs- und Forschungsauftrag hat die Wissenschaft folglich einen Transferauftrag, den sie im Rahmen ihrer Autonomie definieren und ausgestalten muss. Sie wird dabei durch flankierende Massnahmen von Bund, Kantonen, Gemeinden, Wirtschaftsorganisationen, Stiftungen und anderen unterstützt. Die Erfüllung dieses Transferauftrags stösst an Barrieren, die vielfältigen Ursprungs sind und sich etwa in Finanzierungs-, Interaktions-,

Kommunikations- oder Wissenslücken ausdrücken (Kochenkova et al., 2016).

Für die Ausgestaltung einer unterstützenden Politik ist es zentral, die Bedeutung dieser Lücken und ihrer Ursachen sowie Veränderungen über die Zeit rechtzeitig zu erkennen. Die letzte Erhebung in der Schweiz wurde von der Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich im Jahr 2011 bei 164 Instituten in WTT-relevanten Fachgebieten durchgeführt (Arvanitis et al., 2012). Die vorliegende Studie rapportiert Fallstudien und eine Befragung aus dem Jahr 2018 zum WTT des Wissenschaftssektors in der Schweiz mit Unternehmen. Sie orientiert sich an folgenden Leitfragen:

- Wodurch charakterisieren sich WTT-treibende Institute und ihre privatwirtschaftlichen Partner in der Schweiz?
- Welche Kanäle werden von der Wissenschaft bevorzugt für den Wissensaustausch verwendet? Warum und wie intensiv werden diese genutzt?
- Warum sind einzelne Hochschulinstitute aktiver im Wissensaustausch als andere? Welche Rolle spielen strukturelle Charakteristika, Organisationskultur und die externe Unterstützung für das Transferengagement der wissenschaftlichen Institutionen?
- Welche intermediären Organisationen unterstützen den Wissensaustausch effektiv?
- Was sind aus Sicht der Wissenschaftler die wesentlichen Motivationsfaktoren für beziehungsweise Hemmnisse gegen den WTT mit privatwirtschaftlichen Unternehmen?
- Mit welchen innovations- oder hochschulpolitischen Massnahmen können die Intensität und Wirksamkeit des Wissensaustauschs unterstützt werden?

Methodik

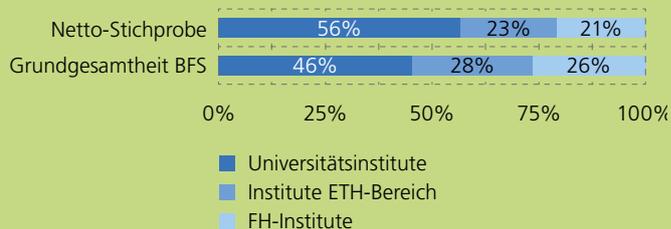
Zur Analyse des Wissensaustauschs der Wissenschaftsorganisationen in der Schweiz mit der Privatwirtschaft wurde eine Online-Befragung der Institutsleitenden durchgeführt. Institute wurden dabei als Organisationseinheiten verstanden, die F&E-Projekte durchführen und deren zu befragende Leitungspersonen Projekt- und Personalverantwortung für eine für sie überschaubare Anzahl Projekte und Personen (10 bis 50) haben. Je nach interner Struktur einer Wissenschaftsorganisation beziehungsweise deren Fakultäten handelt es sich dabei um Institute, Laboratorien, Abteilungen, Gruppen oder andere Einheiten. Die Zielgruppe wurde beschränkt auf 28 Fachgebiete, die primär Wissen mit privaten Unternehmen austauschen: Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Technologie, medizinischen und Gesundheitswissenschaften, Agrarwissenschaften und Veterinärmedizin sowie ausgewählte Sozialwissenschaften.

Die Institute in der Grundgesamtheit wurden im Zeitraum Juni bis August 2018 gebeten, einen Online-Fragebogen auszufüllen. Von den 1980 Instituten der Grundgesamtheit aktivierten 1187 den Link zum Onlinefragebogen oder beantworteten das Einladungsemail (59,9%). 943 gültige Antworten (47,6% der 1980 Institute) konnten in die Analyse aufgenommen werden.

Vergleich mit den Daten des BFS

Die Resultate der Befragung sind für den nationalen Wissenschaftssektor repräsentativ, wenn die Verteilung der teilnehmenden Institute (Nettostichprobe) die Struktur der Schweizer Hochschulen korrekt abbildet. So wurde die Verteilung der teilnehmenden Institute mit der Verteilung der Institute gemäss den Hochschuldaten des Bundesamts für Statistik (BFS) verglichen. Der Vergleich wurde anhand des Anteils der wissenschaftlichen Stellen jedes Hochschultyps (kantonale Universität, ETH, FH) durchgeführt. Dabei zeigt sich, dass im Datensatz Universitätsinstitute überrepräsentiert sind und ETH und FH-Institute leicht unterrepräsentiert (Abbildung C 5.1). Konsistent dazu sind auch Ingenieurfachgebiete im Datensatz unterreprä-

Abbildung C 5.1: Vergleich des Datensatzes mit der Hochschulstatistik des BFS nach Hochschultyp



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018), BFS STAT-TAB (2019), Berechnungen FHNW

sentiert. Institute mit naturwissenschaftlicher Forschung sind dagegen überrepräsentiert, da (a) sich auch Institute in der Medizin und den Ingenieurwissenschaften vielfach mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen (in Physik, Chemie, Biologie oder Informatik) befassen und (b) aus anderen Gründen wie etwa der Partialeinbeziehung der Sozialwissenschaften in dieser Studie. Es ist nicht auszuschliessen, dass diese Struktur des Rücklaufs in der Aggregation zu einer Untererfassung der Institute führt, die Wissensaustausch betreiben. In einer sogenannten Non-Response-Analyse haben sich allerdings die Anteile dieser Institute mit Wissensaustausch insgesamt und differenziert nach Organisationstyp, Fachgebiet und Grösse bestätigt.

Zusätzlich zur Online-Befragung wurden mehrere Fallstudien zu einzelnen Wissensaustauschprojekten sowie Expertengespräche durchgeführt. Die Fallstudien stellen Beteiligte, Ablauf, Herausforderungen und die Lösungen und die Ergebnisse der Projekte dar. In Gesprächen mit Transferverantwortlichen ausgewählter Wissenschaftsorganisationen wurden zudem die Gründe für das Scheitern von Wissensaustauschprojekten erörtert.

5.2 Beteiligte und Mechanismen im Wissensaustausch

5.2.1 Die Institute und ihre Unternehmenspartner

Die 943 Institute, die an der Erhebung teilgenommen und auswertbare Daten bereitgestellt haben, gehören zu 45% Universitäten an, zu 28% ETH-Organisationen, zu 16% einer Fachhochschule und zu 11% ausseruniversitären Organisationen. Knapp zwei Drittel haben angegeben, dass sie in einem Fachgebiet der Naturwissenschaften forschen, rund 40% in einem Ingenieurgebiet, 30% in Medizin oder Agrarwissenschaften¹ und 20% in

einer Sozial- oder Wirtschaftswissenschaft (Mehrfachangaben waren möglich). Im Durchschnitt hat ein Institut 46 Beschäftigte, von denen 25 Wissenschaftler sind (54%).

Beteiligung der Institute am Wissensaustausch

Wissenstransfer, Technologietransfer, «Third Mission», Kommerzialisierung, akademisches Unternehmertum und vieles mehr – diese vielfältigen Begriffe können hier nicht im Detail diskutiert werden. Es wird deshalb mehr oder weniger synonym der Begriff «Wissensaustausch» verwendet. Dazu zählen alle Aktivitäten, die der Schaffung und Übertragung von Wissen unter Beteiligung wissenschaftlicher Organisationen und von Organisationen ausserhalb der Wissenschaft – typischerweise Unternehmen – dienen und auf beiden Seiten zu Wissenszuwachs führen.

¹ Aufgrund der geringen Fallzahl von 46 Instituten in den Agrarwissenschaften konnten diese nicht separat betrachtet werden und wurden mit medizinischen und veterinärmedizinischen Instituten zusammengefasst.

Insgesamt 83 % der hier befragten Institute haben angegeben, dass sie im Zeitraum 2015 bis 2017 Wissen mit Unternehmen in der Schweiz oder im Ausland ausgetauscht haben. Mehr als die Hälfte der Institute arbeitete sowohl mit in- als auch ausländischen Unternehmen zusammen, 5 % nur mit ausländischen Unternehmen und ein gutes Fünftel nur mit Unternehmen in der Schweiz. Fast alle FH-Institute kooperieren mit Unternehmen in der Schweiz (Abbildung C 5.2). Mit etwas Abstand folgen die Institute des ETH-Bereichs (84 %), universitäre Hochschulen (71 %) und andere Organisationen (66 %). Dass von diesen ein höherer Anteil (70 %) mit Unternehmen im Ausland und nicht in der Schweiz Wissen austauschen, ist dem CERN und SwissTPH zuzuschreiben, die zusammen 65 von 102 ausseruniversitären Instituten im Datensatz stellen. Die Ingenieurgebiete sind am häufigsten in den Wissensaustausch involviert; mehr als 90 % der Institute kooperieren mit inländischen Unternehmen und 74 % mit Unternehmen im Ausland. Je grösser ein Institut, desto eher partizipiert es am Wissensaustausch. Vor allem kleine und mittlere Institute haben deutlich seltener Partnerunternehmen im In- und Ausland als Institute mit 20 und mehr Beschäftigten. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass ceteris paribus grössere Institute mit höherer Wahrscheinlichkeit über für Unternehmen interessantes Wissen und Technologien verfügen.

Partner der Institute im Wissensaustausch

Im Durchschnitt aller Institute sind circa 55 % der Partnerunternehmen im Wissensaustausch kleine oder mittlere Unternehmen (KMU) und 45 % Grossunternehmen. Zwei Drittel sind Industriebetriebe (ein Drittel Dienstleistungsunternehmen) und ebenfalls zwei Drittel in der Schweiz ansässig (ein Drittel im Ausland). Diese Profile unterscheiden sich nach Organisationstyp (Abbildung C 5.3a) und Fachgebiet (Abbildung C 5.3b), aber nicht nach der Grösse der Institute (deshalb nicht dargestellt). Während bei FH-

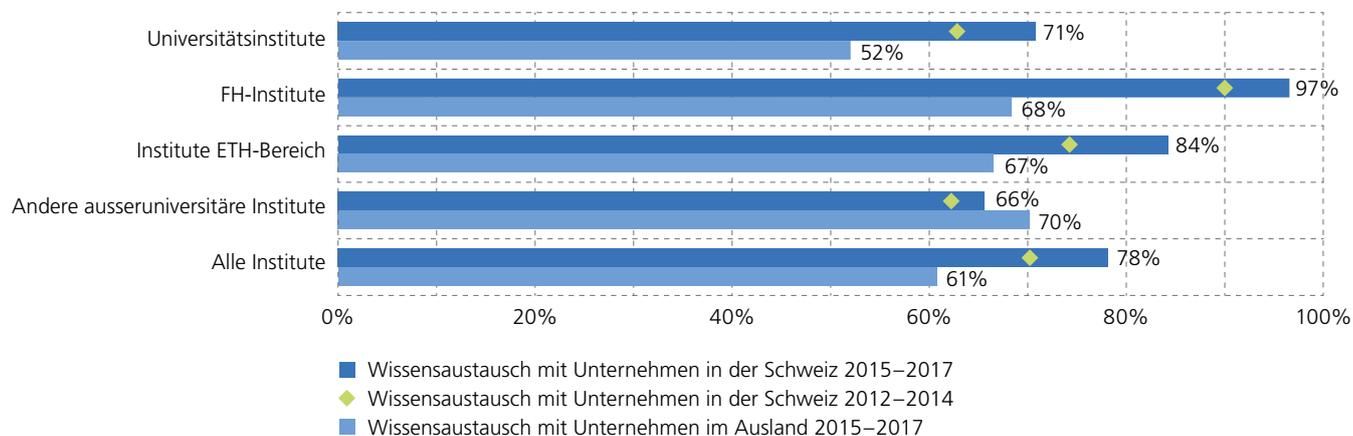
Instituten zu etwa zwei Dritteln KMU als Partner dominieren, sind bei Universitätsinstituten grosse Unternehmen etwas häufiger vertreten. Der Fokus auf Industriebetriebe gilt für alle Organisationstypen gleichermaßen. FH-Institute haben zu mehr als drei Vierteln Schweizer Partner, während dies bei ETH- und Universitätsinstituten zu etwa zwei Dritteln der Fall ist. Dass ausseruniversitäre Institute mehrheitlich Partner im Ausland haben, liegt primär am CERN (4 von 5 Partnern im Wissensaustausch aus dem Ausland). Bei nahezu allen anderen ausseruniversitären Instituten überwiegen Schweizer Partner.

Im Vergleich der Fachgebiete fallen v.a. die Institute der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften durch eine abweichende Partnerstruktur auf. Ihre Partner bestehen nur zu etwa einem Drittel aus Industriebetrieben und zu zwei Dritteln aus Dienstleistungsunternehmen, während dies bei den anderen drei Fachgebieten praktisch umgekehrt ist und Industriebetriebe zwischen zwei Drittel und drei Viertel der Partner stellen. Auch sind sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Institute noch etwas stärker auf Schweizer Partner konzentriert als die anderen Fachgebiete.

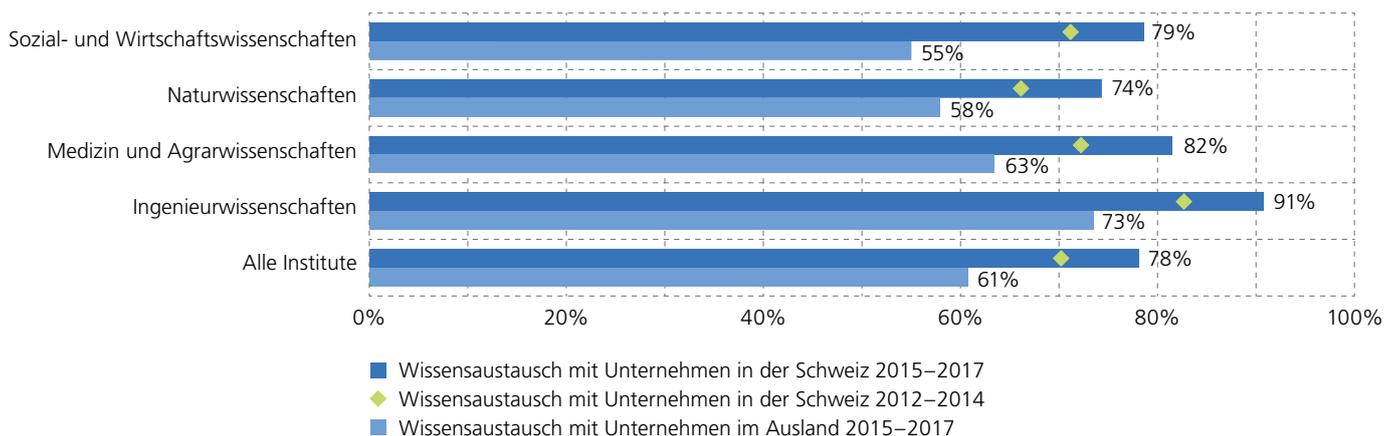
Bei den Standorten der ausländischen Partnerunternehmen dominiert mit grossem Abstand die Europäische Union: Immerhin 57 % aller Institute gaben an, dass sie im Zeitraum 2015 bis 17 mit Unternehmen aus der Europäischen Union Wissen ausgetauscht haben. Ein Viertel der Institute hat mit Unternehmen aus den Vereinigten Staaten zusammengearbeitet. Jeweils rund 80 Institute sind mit Unternehmen aus China und Japan im Austausch. Die Kleinheit der Schweizer Volkswirtschaft und die unumgängliche wirtschaftliche und technologische Spezialisierung machen solche Zusammenarbeiten notwendig. Sie generieren gleichzeitig grossen Nutzen für die Schweiz (siehe Fallbeispiel 1).

Abbildung C 5.2: Institute mit Wissensaustausch mit Schweizer oder ausländischen Unternehmen nach Fachgebiet, Organisationstyp und Grösse (gemessen an der Anzahl der Beschäftigten und Wissenschaftler)

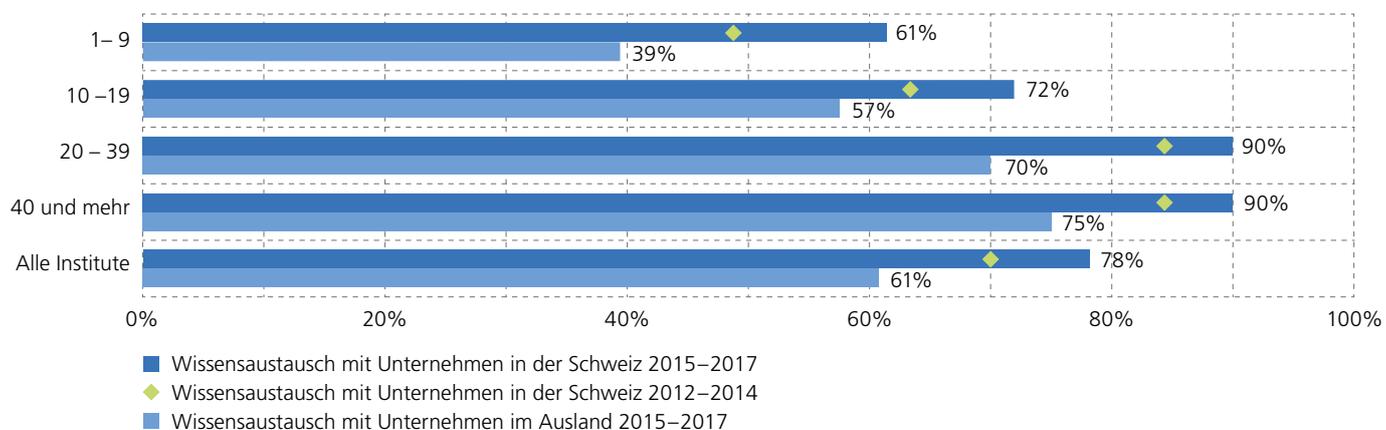
a) nach Organisationstyp



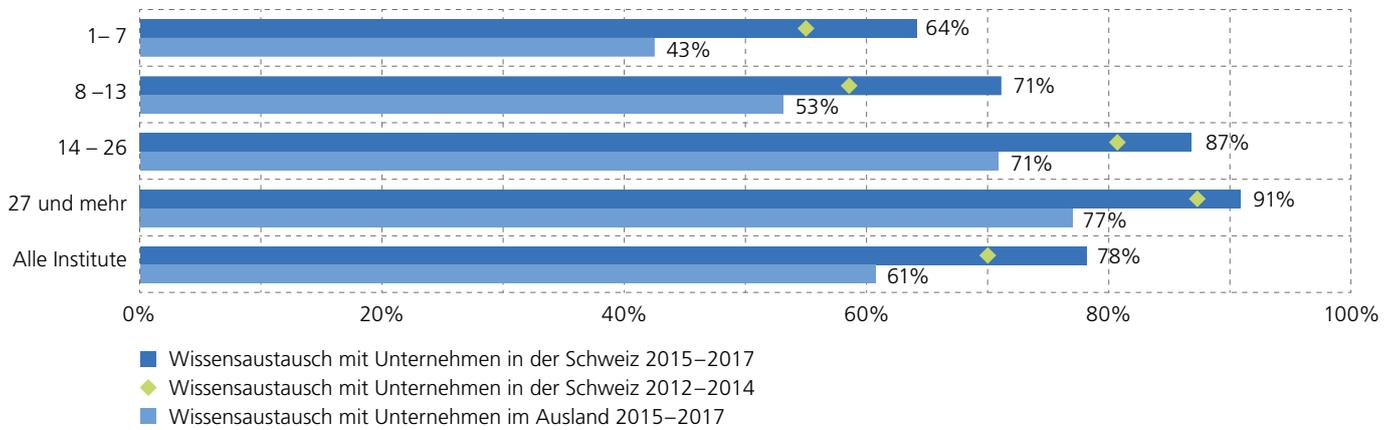
b) nach Fachgebiet



c) nach Grösse, gemessen an der Anzahl der Beschäftigten



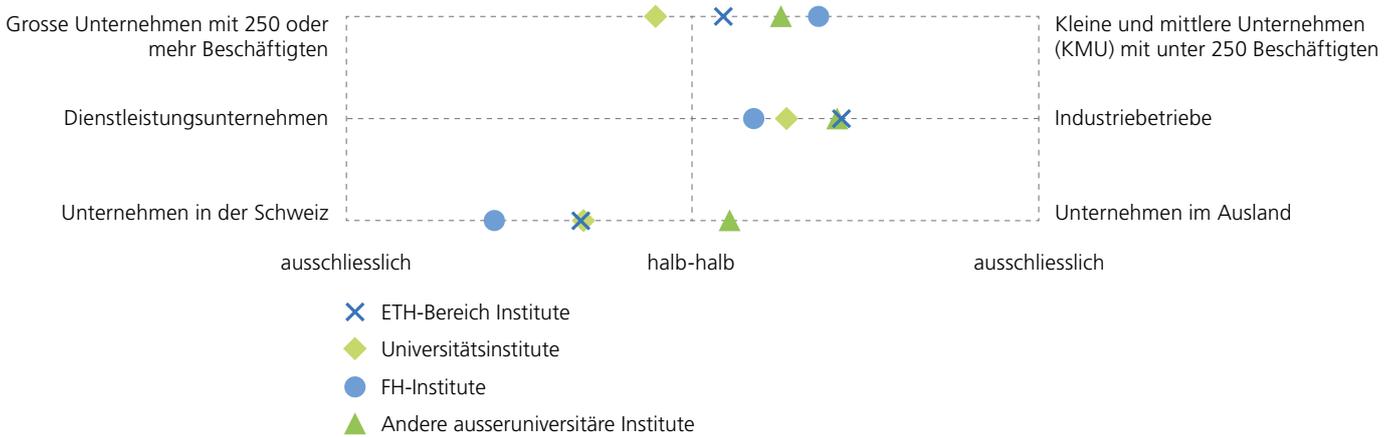
d) nach Grösse, gemessen an der Anzahl der Wissenschaftler



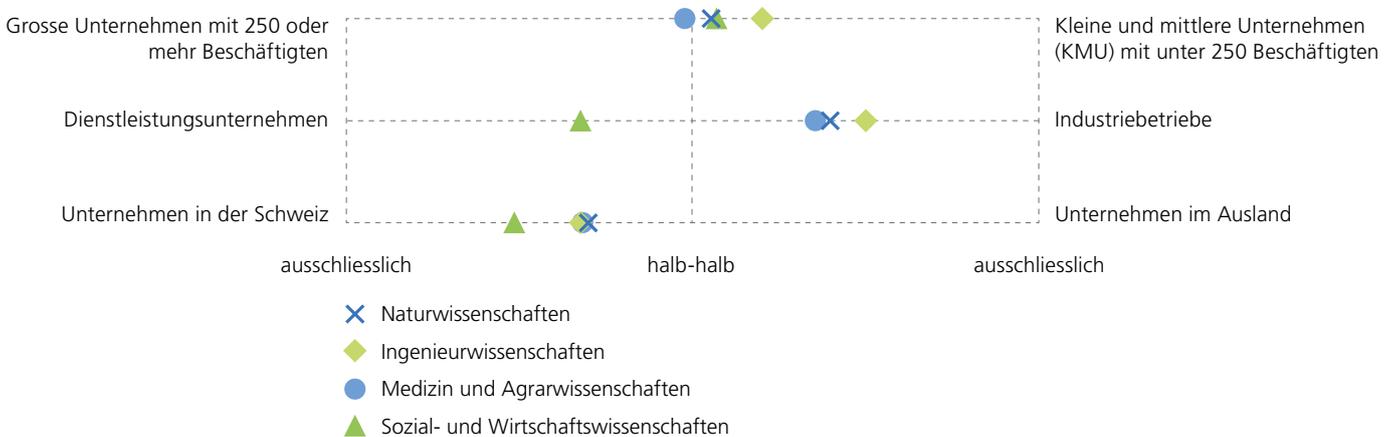
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.3: Profile der Partnerunternehmen der Institute im Wissensaustausch, 2015–2017

a) nach Organisationstyp



b) nach Fachgebiet



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Fallbeispiel 1: Memory Steel – ein neues Material für die Baubranche

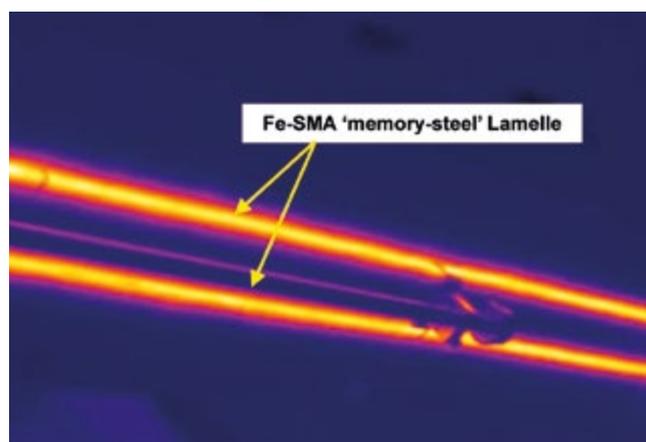
Die Vorspannung von Betonkonstruktionen zur Erhöhung der Stabilität und Vermeidung von Rissen greift heute überwiegend auf mechanische Methoden zurück. Mittels verklebter Kohlefaserslamellen wird zudem die Bruchfestigkeit von Betonkonstruktionen gesteigert.

Die Empa und das neu gegründete Unternehmen refer AG haben in enger Zusammenarbeit mit zahlreichen nationalen und internationalen Partnern in Wissenschaft und Wirtschaft ein System entwickelt, das die Verstärkung und Reparatur von Betonkonstruktionen auf eine neue Art und Weise ermöglicht. Unter dem Namen Memory Steel™ wird die neue, eisenbasierte und von der Empa patentierte Formgedächtnislegierung (Fe-SMA) seit 2012 durch die refer kommerzialisiert. Ein technisches System aus bislang zwei für den Bau vorgedehnten Produkten, Fe-SMA Rippenstäbe und Lamellen, sowie den Prozessen, Geräten und dem Support für die Bauausführung wurde im Markt pilotiert.

Dieses in der Wahrnehmung der Projektbeteiligten bislang erfolgreiche Projekt einer Unternehmensneugründung auf der Basis einer akademischen Erfindung weist mehrere bemerkenswerte Eigenschaften auf:

- 1) Die Entwicklung des Memory Steel™ Systems beruhte in allen Phasen auf der Zusammenarbeit zwischen Empa, refer und weiteren Hochschulen und Unternehmen. Die Zusammenarbeit erfolgte auf der Basis von Verträgen, knüpfte aber häufig an ältere Kontakte und Beziehungen an.
- 2) Während des Transferprojekts wurden verschiedene Mechanismen und Formen der Zusammenarbeit eingesetzt. So wurden sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte F&E durchgeführt, teilweise gemeinsam, teilweise durch die Empa im Auftrag der refer. Ausserdem ergänzten Studierendenprojekte bzw. Abschlussarbeiten die durchgeführten Versuchsreihen. Nicht zuletzt wechselte ein Mitarbeiter der Empa zur refer. Dadurch wurde die Verbindung zwischen den Organisationen noch enger und implizites Erfahrungswissen transferiert.
- 3) Angesichts der wissenschaftlichen und technischen Spezialisierung und wirtschaftlichen Verflechtungen mussten immer wieder Kompetenzen und Partner im europäischen

Infrarot-Aufnahme des Aktivierungsprozesses durch Heizen einer Fe-SMA Memory Steel™ Lamelle an einem Betonbalken



Quelle: Empa

Ausland gesucht und einbezogen werden, partiell sogar darüber hinaus. Auch der Zielmarkt der refer ist global, da das entwickelte System zur Verstärkung von Betonkonstruktionen besondere Vorteile unter Umgebungsbedingungen aufweist, wie sie in der Schweiz kaum bestehen (etwa hohe Erdbeben- und Brandgefahr). Ohne diese Internationalität in allen Phasen wäre das Projekt nicht möglich gewesen.

- 4) Die fehlende Finanzierung bildete in allen Phasen eine grosse oder sogar die grösste Hürde und führte zu mehrjährigen Verzögerungen. Sie ergab sich sowohl aus der Risikoaversion beziehungsweise fehlenden Investitionsbereitschaft bestehender Unternehmen als auch aus fehlendem Erfolg beim Bemühen um staatliche Innovations- und Gründungsförderung. Die Überwindung der Finanzierungsrestriktion war nur durch den Einsatz von Eigenmitteln und Kosteneinsparungen möglich. Ohne diese wäre das Projekt nicht zustande gekommen. Insgesamt umfasste das Transferprojekt so eine neunjährige F&E-Phase und eine siebenjährige Kommerzialisierungsphase. Beide Phasen hätten wohl durch mehr Finanzierung beschleunigt werden können.

5.2.2 Wissensaustauschmechanismen

Die Anzahl der möglichen Mechanismen und Kanäle, über die Wissen zwischen Hochschulen / Forschungsorganisationen und Unternehmen fliessen kann, ist gross und vielfältig. Häufig geht es dabei um die gemeinsame Schaffung von Wissen und um Lernprozesse in Netzwerken aus Forschenden, Unternehmen und intermediären Organisationen. Diese Lernprozesse müssen nicht zwangsläufig forschungsbasiert sein. Studien mit europäischen

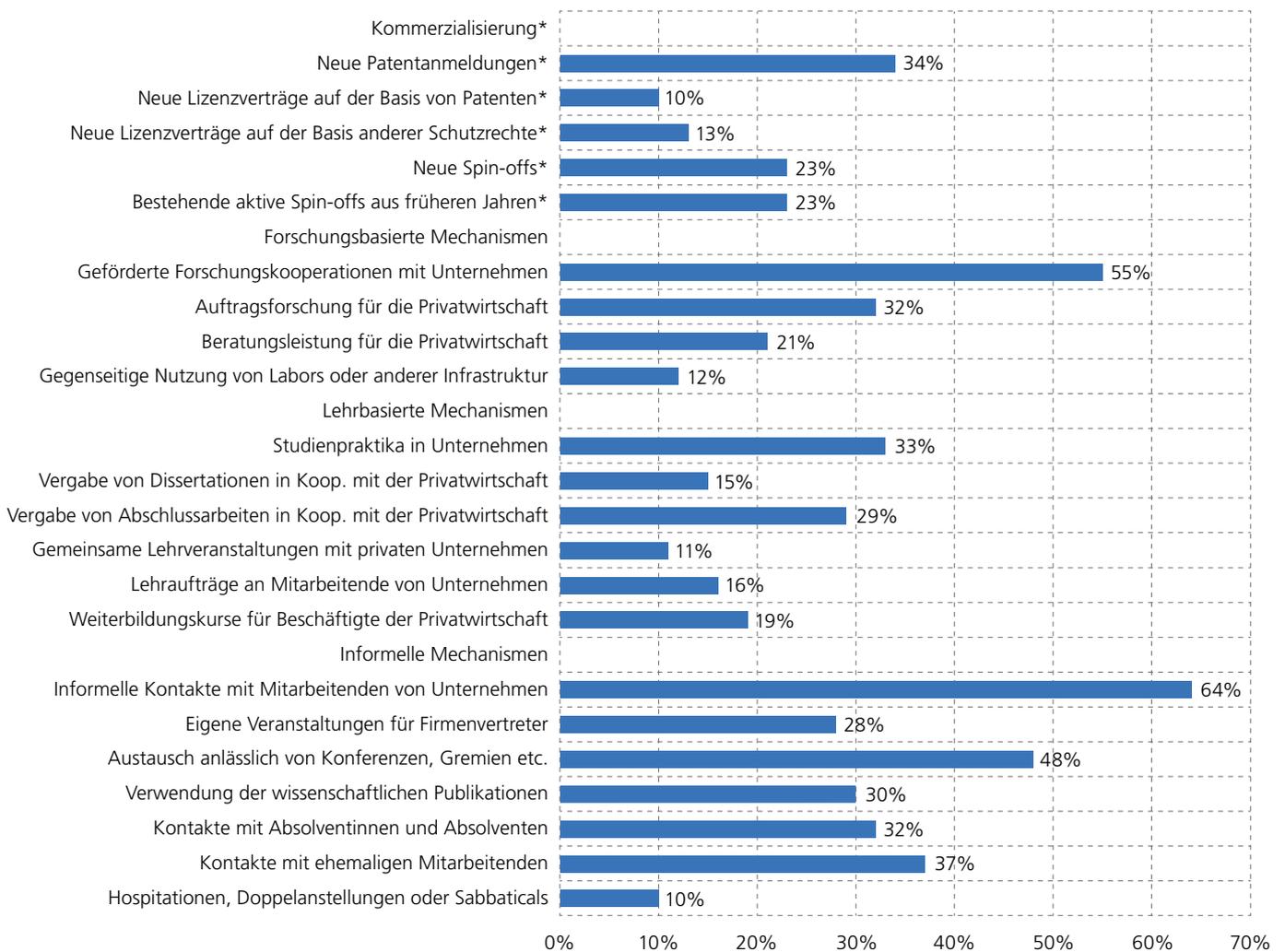
Forschenden haben gezeigt, dass die Barrieren gegen Unternehmenskooperationen in der Aus- und Weiterbildung geringer einzuschätzen sind als bei F&E- und Kommerzialisierungsprojekten (Galán-Muros & Plewa, 2016).

Die befragten Institute geben informellen Mechanismen, denen in der Regel kein Vertrag zugrunde liegt, am häufigsten eine grosse Bedeutung für den Wissensaustausch (Abbildung C 5.4). Informelle Kontakte (z.B. per Telefon, E-Mail oder in Form von

Treffen) zu Mitarbeitenden von Unternehmen zum Informationsaustausch werden von 64 % der Institute als bedeutend beurteilt. Auch der Austausch anlässlich von Konferenzen, Gremien, Workshops, Ausstellungen etc. und Kontakte mit ehemaligen Mitarbeitenden, die in der Privatwirtschaft tätig sind, sind für viele Institute bedeutend. An zweiter Stelle folgen forschungsbasierte Mechanismen, von denen insbesondere öffentlich geförderte Forschungsk Kooperationen mit Unternehmen häufig als bedeutend eingestuft werden. Auch der Auftragsforschung für Unternehmen wird von vielen Instituten eine grosse Bedeutung zugeordnet. Bei den lehrbasierten Mechanismen sind nur Studierendenpraktika und Abschlussarbeiten mit Unternehmen für jeweils circa 30 % der Institute bedeutend. Immerhin noch ein Drittel der Institute

gibt an, zwischen 2015 und 2017 eine Patentanmeldung vorgenommen zu haben, zwei Drittel verneinen dies. Bei den anderen Kommerzialisierungsindikatoren sind die Anteile deutlich niedriger. Neue Spin-offs entstanden etwa in den Jahren 2015 bis 2017 nur in 23 % der Institute. Der Technologietransfer über die Kommerzialisierung des geistigen Eigentums der Hochschulen und über die Neugründung von Unternehmen wurde auch in Studien zu anderen Ländern als eher seltener Vorgang beschrieben (Perkmann et al., 2013). Es sollte gleichwohl nicht übersehen werden, dass in einer Zusammenarbeit zwischen einer Forschungseinrichtung und einem Unternehmen in aller Regel verschiedene Mechanismen und Formen kombiniert werden (siehe Fallbeispiel 2).

Abbildung C 5.4: Bedeutung der Mechanismen im Wissensaustausch, 2015–2017



*Anteil der Institute, die einen Mechanismus als sehr bedeutend (5) oder bedeutend (4) klassieren auf einer Skala von 1–5, bei den Kommerzialisierungsmechanismen auf eine Skala von 1–2 (genutzt/nicht genutzt)
 Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Fallbeispiel 2: Automatisierung mit wissenschaftlicher Unterstützung – Produktion von Armaturen bei der KWC Franke Water Systems AG

Das durch die Innosuisse (bis Ende 2017 KTI) geförderte Projekt der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) und von KWC Franke Water Systems AG zielte auf die Automatisierung von Schleifprozessen, die bis dato manuell gesteuert wurden. Lange Stillstandzeiten verursachten bei jeder Umstellung der Anlage zur Fertigung von Armaturen mit unterschiedlichen Designs hohe Kosten. Das Unternehmen KWC, das erst seit 2013 zum Schweizer Konzern Franke AG aus Aarburg gehört, konnte dieses Problem nicht selbst lösen. Mit dem Institut für Automation der FHNW wurde ein Verfahren zur Integration digitaler Daten in den Schleifprozess erarbeitet. So wurde die Zeit bei der Programmierung von Robotern um 30 % reduziert, woraus für das Unternehmen mehr Flexibilität bei kleineren Seriengrößen und Kosteneinsparungen resultierten.

Das Beispiel verdeutlicht, wie sich verschiedene Formen und Instrumente der Zusammenarbeit ergänzen. Das von der Inno-suisse finanzierte Projekt bildete die Basis der Zusammenarbeit. Die FHNW setzte dafür eigene Anlagen und Infrastruktur ein, die für die F&E im Projekt notwendig waren. Zusätzlich wurde eine Fülle weiterer, ergänzender Projekt- und Abschlussarbeiten von Studierenden geschrieben, die Teilaspekte der Lösung lieferten. Die Studierenden der FHNW profitierten vom Anwendungsbezug der Arbeiten, der zu ihrer Qualifikation für den Einsatz in der Praxis beitrug. Ein Absolvent eines FHNW-Masterstudiums wurde nach Studienabschluss von KWC angestellt, womit das Unternehmen weiteres Wissen erwarb und Kosteneinsparungen etwa bei der Einarbeitung realisierte. Als zentrale Bausteine des Projekterfolgs geben die Beteiligten das Know-how, das professionelle Projekt- und Wissensmanagement und die hohe Bereitschaft der FH-Projektbeteiligten an, auf die Bedürfnisse des Unternehmens einzugehen.

Um einen besseren Überblick zu ermöglichen, sind die in Abbildung C 5.5 dargestellten Instrumente und Mechanismen auf vier Indizes reduziert. Die drei Indizes für forschungsbasierten, lehrbasierten und informellen Wissensaustausch enthalten jeweils eine durchschnittliche Bedeutung auf einer Skala von 1 (sehr geringe oder keine Bedeutung) bis 5 (sehr grosse Bedeutung). Der Kommerzialisierungsindex ist hinsichtlich des Wertebereichs identisch wie die drei anderen Indizes. Er wurde aber anders gebildet und ist damit nicht direkt vergleichbar. Er enthält, wie viele der drei Kommerzialisierungsindikatoren (Patente, Lizenzen, Spin-offs) pro Institut vorhanden sind.

Für alle vier Indizes bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Organisationstypen: Fachhochschulinstitutionen geben allen Austauschformen mit Abstand die höchste Bedeutung, mit Ausnahme des Kommerzialisierungsindex, bei dem ETH-Institute einen leicht höheren Wert aufweisen. Sowohl beim forschungs- wie auch beim lehrbasierten Austausch ist der Abstand der FH-Institute zu den anderen Instituten erheblich. Universitätsinstitutionen geben allen Austauschformen die geringste Bedeutung: Lehrbasierter Austausch hat in Universitäten nur geringe Bedeutung, während er in Fachhochschulen mittlere Bedeutung aufweist (Abbildung C 5.5a). Differenziert man die Institute nach ihrer Grösse (gemessen an der Anzahl Forschenden), so zeigen sich ebenfalls Unterschiede, vor allem zwischen mittleren und kleinen Instituten bis 13 Wissenschaftlern und mittleren bis grossen Instituten von 14 oder mehr Wissenschaftlern. In den grösseren Instituten ist die Bedeutung der Austauschformen jeweils etwas höher als in den kleinen Instituten. Dies trifft auch für informellen Austausch zu, wo positive Skaleneffekte nicht unbedingt auf der Hand liegen. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass grössere Institute von mehr internen

Ressourcen für den Transfer und besserer Sichtbarkeit gegenüber externen Partnern profitieren.

Im Vergleich der Fachgebiete erscheinen für Institute in den Ingenieurdisziplinen alle Wissensaustauschformen am bedeutendsten. Lehrbasierter Austausch ist in den wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Instituten in etwa gleichrangig, die allerdings nur in Ausnahmefällen Wissenskommmerzialisierung betreiben. In den medizinischen Instituten sind lehrbasierter und informeller Austausch signifikant weniger bedeutend als in den anderen Fachgebieten.

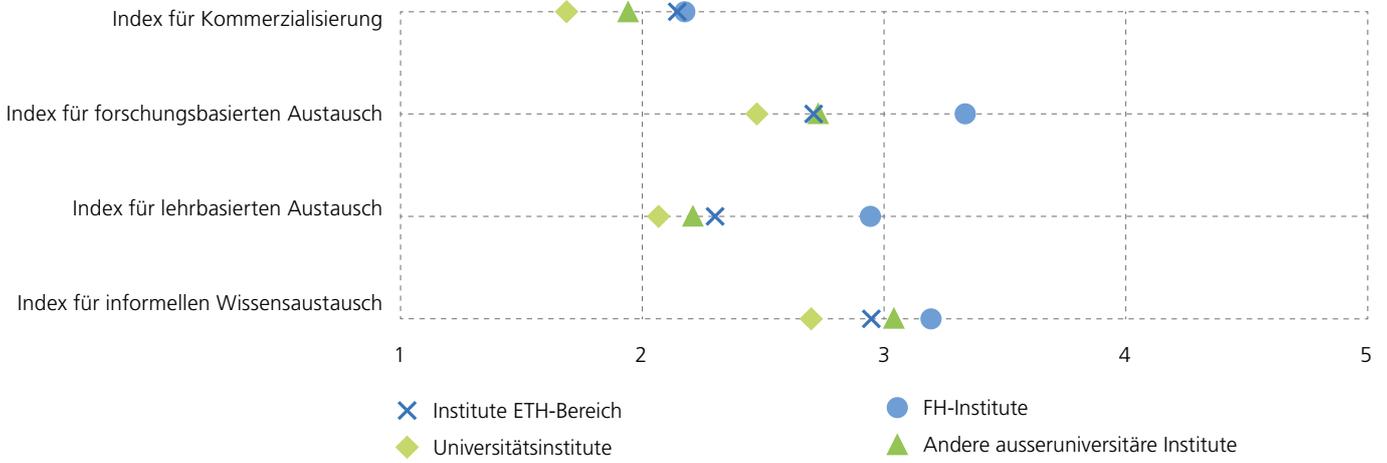
Kommmerzialisierung und lehrbasierter Wissensaustausch eines typischen Instituts

Für vier Kommerzialisierungsindikatoren und drei Indikatoren zum lehrbasierten Wissensaustausch wurden in der Erhebung auch Zahlen erfragt.² Circa 0,11 Patentanmeldungen pro zehn Wissenschaftler pro Jahr bedeuten, dass von einem Institut mit zehn Wissenschaftlern im Durchschnitt etwa alle neun Jahre eine Patentanmeldung zu erwarten ist. Allerdings hat in dem Dreijahreszeitraum 2015 bis 2017 nur ein knappes Drittel der Institute Patente angemeldet. Viele Institute kommerzialisieren zudem möglicherweise nie ihr Wissen auf diesem Weg (etwa in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften). Lizenzen und Spin-offs sind noch seltener, und in einem Institut mit zehn Wissenschaftlern kommen im Durchschnitt nur alle 28 bis 29 Jahre ein Lizenzvertrag und ein

² Zum besseren Vergleich wurden diese auf zehn Wissenschaftler normiert. Da alle Indikatoren Ausreisser aufweisen, wird neben dem arithmetischen Mittel in der Tabelle auch das um 5 % getrimmte Mittel ausgewiesen. Dabei werden auf beiden Seiten der Verteilung jeweils 2,5 % der Werte abgeschnitten. Das getrimmte Mittel bildet unter diesen Bedingungen die Lage eines typischen Instituts besser ab.

Abbildung C 5.5: Bedeutung verschiedener Wissensaustauschformen (aggregierte Indizes), 2015–2017

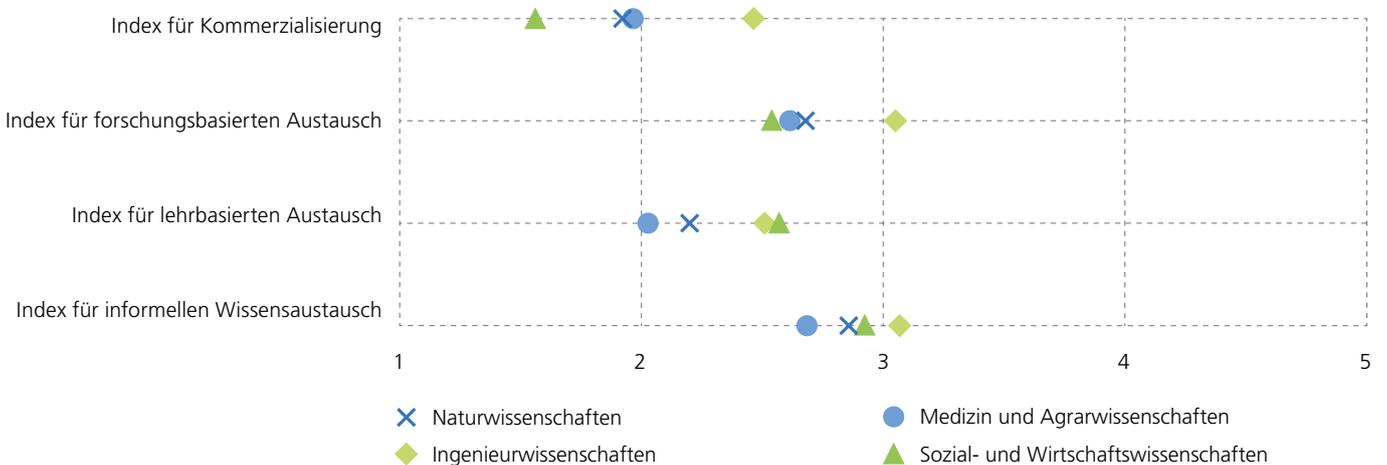
a) nach Organisationstyp



b) nach Anzahl Wissenschaftler



c) nach Fachbereich



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Spin-off vor. Ähnlich sind Dissertationen in Zusammenarbeit mit Unternehmen eher die Ausnahme als die Regel. Deutlich häufiger sind dagegen der Wissensaustausch über Bachelor- und Masterarbeiten und über die Weiterbildung. Ersteres tritt immerhin im Mittel einmal in drei Jahren pro zehn Wissenschaftler und Institut auf, und fast die Hälfte aller Institute (45 %) hatte im Zeitraum 2015 bis 2017 auch solche Arbeiten.

Vergleich der Schweiz mit dem Ausland

Die Frage, ob diese Zahlen gross oder klein sind und die Wissenschaftsorganisationen der Schweiz im Vergleich mit anderen europäischen Ländern mehr oder weniger im Wissensaustausch aktiv sind, kann derzeit nur im Ansatz beantwortet werden. Vergleiche zwischen Wissenschaftsorganisationen leiden grundsätzlich darunter, dass sich die Voraussetzungen für den Wissensaustausch unterscheiden, etwa wegen unterschiedlicher Aufgabenportfolios («Missionen», siehe unten), der Forschungsfinanzierung, der Grösse, der Ausstattung und Erfahrung im Wissenstransfer, den institutionellen Regelungen und der Wirtschaftskraft im Umfeld (ASTPPROTON, 2018; Scanlan, 2018). Deswegen nimmt etwa die europäische Fachvereinigung der Transferexperten (ASTP-Proton) bislang keine solche Vergleiche oder Benchmarkings vor. Vergleicht man allerdings komplette F&I-Systeme, dann reduziert sich die Gefahr von organisationspezifischen Einflüssen. Die Zahlen zu Europa in Tabelle C 5.2 beziehen sich auf die Jahre 2011 bis 2012. Die neueren Schweizer Zahlen für Patentanmeldungen pro zehn Wissenschaftler und Kalenderjahr sind etwa doppelt so hoch und für Spin-offs / Start-ups sogar etwa drei Mal so hoch wie in Europa. Bei Lizenzverträgen ist der Unterschied gering.

Allerdings hat die europäische Erhebung anders als die Schweizer Erhebung keine Beschränkung auf Fachgebiete. Auch schliesst sie eher unternehmensferne Gebiete ein und ist wegen der Datenerfassung auf Organisationsebene weniger anfällig für Doppelzählungen. Deshalb sollten diese Zahlen nur als erstes Indiz dafür gesehen werden, dass die Wissenskommersialisierung in der Schweiz in ihrer Grössenordnung der in anderen europäischen Ländern entspricht oder sogar leicht darüber liegt.

5.3 Einflussfaktoren auf den Wissensaustausch

Für die Analyse des Wissensaustauschs müssen verschiedene Einflüsse einbezogen bzw. unterschiedlich gewichtet werden, je nach der Ebene, die im Fokus steht: Beispielsweise sind im Ländervergleich unterschiedliche gesetzliche Regelungen zum geistigen Eigentum ein wichtiger Faktor, der die Häufigkeit akademischer Patente und Lizenzen determiniert (Geuna & Rossi, 2011; Lissoni et al., 2008). Sie erklären aber nicht die Unterschiede zwischen Einheiten einer Organisation oder Organisationen eines Landes, da für diese die gleichen nationalen Gesetze gelten. Hingegen spielen hier die Regelungen und Praktiken der Hochschulen und wie sehr Verstösse dagegen verfolgt und damit die Regeln durchgesetzt werden, eine wichtige Rolle (Geuna & Rossi, 2011).

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf die forschungsorientierten Organisationseinheiten (z.B. Institut, Labor, Gruppe oder Departement) gelegt. Eine Vielzahl von Merk-

Tabelle C 5.1: Indikatoren der Kommerzialisierung akademischer Erfindungen und des lehrbasierten Wissensaustauschs pro Jahr im Zeitraum 2015 bis 2017 (pro zehn Wissenschaftler)

	Arith. Mittel	5 % getrimmtes Mittel	%Werte > 0	Anzahl gültige Werte
	pro 10 Wissenschaftler und Jahr			
Kommerzialisierungsindikatoren				
Patentanmeldungen (nur Erstanmeldungen einer Technologie)	0,18	0,11	32,9%	874
Neue Lizenzverträge (exklusive und erste nicht exklusive Lizenzen)	0,08	0,04	20,9%	885
Neue Spin-offs / Start-ups auf der Basis von Forschungsergebnissen	0,07	0,03	23,1%	887
Bestehende aktive Spin-offs / Start-ups	0,09	0,04	22,1%	858
Lehrbasierter Wissensaustausch				
Bachelor- und Masterarbeiten mit Unternehmen	0,63	0,33	45,1%	873
Dissertationen mit Unternehmen	0,06	0,03	21,2%	884
Weiterbildungsabschlüsse auf Masterebene	0,38	0,14	27,5%	870

Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Tabelle C 5.2: Vergleich für Indikatoren der Kommerzialisierung akademischer Erfindungen pro Jahr und zehn Wissenschaftler

	Schweiz Jahresdurchschnitt 2015–2017		Europa Jahresdurchschnitt 2011–2012	
	pro zehn Wissenschaftler und Jahr	N	pro zehn Wissenschaftler und Jahr	N
Patentanmeldungen (nur Erstanmeldungen einer Technologie)	0,18	874	0,09	532
Neue Lizenzverträge (exklusive und erste nicht exklusive Lizenzen)	0,08	885	0,07	464
Neue Spin-offs / Start-ups auf der Basis von Forschungsergebnissen	0,07	887	0,02	490
Basis	Erhebung bei Instituten in 28 ausgewählten Fachgebieten		Erhebung bei Hochschulen und Forschungsorganisationen ohne Fachgebietsbeschränkung	

Quellen: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018); Arundel et al. (2013), Berechnungen FHNW

malen der Wissenschaftsorganisationen determiniert dabei die Ausgangsbedingungen auf der Anbieterseite für den Wissensaustausch und beeinflusst, ob in den Forschungseinheiten die Motivation zur Teilnahme am Wissensaustausch grundstzlich vorhanden ist und welche Hemmnisse dagegen bestehen (Abbildung C 5.6). Neben der Wissenschaftsorganisation selbst beeinflussen auch in ihrem Auftrag und in ihrem Umfeld tätige intermediäre Organisationen (IO), ob aus der Sicht einer einzelnen Forschungseinheit die Argumente für oder gegen eine Beteiligung am Wissensaustausch überwiegen. Wissenschaftsorganisationen und intermediäre Organisationen wiederum sind vom geographischen Kontext und den dort vorhandenen gesetzlichen, politischen, administrativen, sozialen und kulturellen Regelungen und Gegebenheiten abhängig. Auch der fachliche Kontext spielt eine Rolle und kann die Teilnahme am Wissensaustausch verstärken oder abschwächen, wie in Abschnitt 2 gezeigt.

5.3.1 Interne Einflussfaktoren: Ressourcen und Kompetenzen der Mitarbeitenden und Ressourcen der Institute

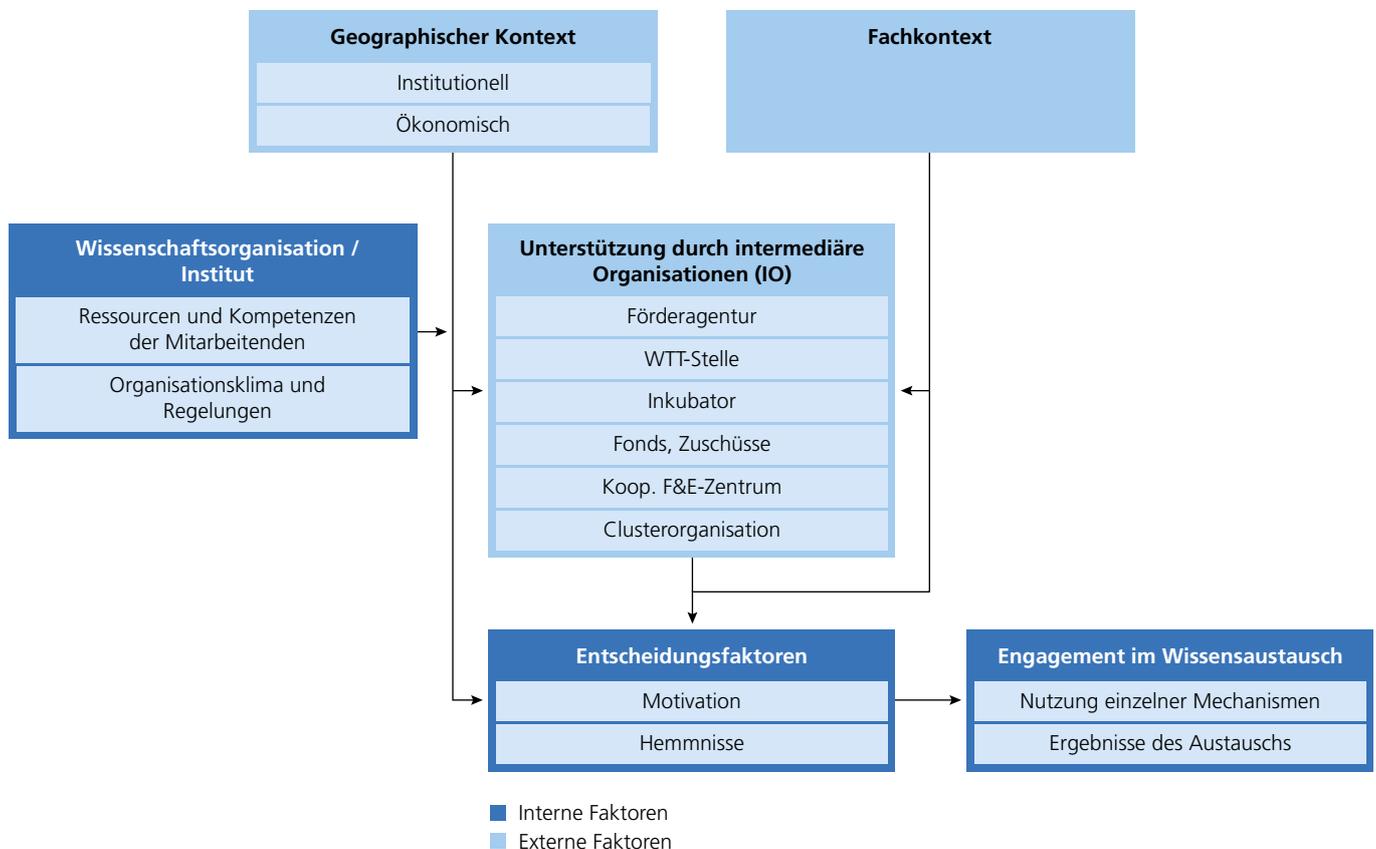
Die Beteiligung am Wissensaustausch hängt mit der Grösse der Institute zusammen (siehe Abbildung C 5.2). Je grösser ein Institut ist, desto mehr potenziell transferierbare Forschungsergebnisse produziert es. Daran anknüpfend stellt sich die Frage, ob eine zu hohe Belastung mit anderen Aufgaben sich negativ auf die Transferaktivität auswirkt, was v.a. hinsichtlich der Lehre untersucht wurde (Schartinger et al., 2001). Ein solches Crowding-out lässt sich anhand unserer Erhebung nicht grundsätzlich feststellen. Institute mit einer hohen Lehrverpflichtung (gemessen als Anzahl der betreuten Bachelor- und Masterabschlüsse, Dissertationen und Weiterbildungsabschlüsse) geben dem forschungsbasierten Wissensaustausch und dem Austausch über informelle Kanäle keine geringere Bedeutung als Institute mit einer niedrigen Lehrverpflichtung. Weiterhin bestehen positive und signifikante Zu-

sammenhänge zwischen der Anzahl der betreuten Abschlussarbeiten (Bachelor und Master) und Dissertationen pro zehn Wissenschaftler und den Zahlen neuer Lizenzverträge 2015 bis 2017, neuer Spin-off-Unternehmen und bestehender, älterer Spin-off-Unternehmen. Diese Zusammenhänge sind im ETH-Bereich besonders stark, da die Institute der ETH Zürich und der EPFL auch intensiv in der Lehre engagiert sind. Neue Unternehmen werden nicht zuletzt von Absolventen und Doktoranden gegründet. Deshalb ist diese generelle Korrelation zwischen Lehre und Unternehmertum nicht weiter überraschend. Negative Zusammenhänge zwischen Transferindikatoren und dem Lehrumfang sind nur ausserhalb des ETH-Bereichs festzustellen bei universitären Instituten, FH-Instituten und ausseruniversitären Instituten.

Eigenschaften und Kompetenzen der Leitungsperson

Die Leitungspersonen der Institute wurden danach befragt, welche Funktionen sie in privaten Unternehmen ausüben oder in der Vergangenheit ausgeübt haben. Die Antworten darauf geben einen Überblick über die Rolle der Institutsleitung für den Wissensaustausch. Die Analyse ergibt einen stabilen Zusammenhang zwischen der Beteiligung der Organisationseinheit am Wissensaustausch 2015 bis 2017 und der Arbeit der befragten Institutsleitenden in und mit privaten Unternehmen (Abbildung C 5.7): 70 % der Institute, die im Untersuchungszeitraum nicht am Wissensaustausch beteiligt waren, werden von Personen geleitet, die bislang keine eigenen beruflichen Erfahrungen in privaten Unternehmen gesammelt haben. Dagegen werden die Institute mit Wissensaustausch mit Unternehmen in der Schweiz und im Ausland am häufigsten von Personen geleitet, die Mitarbeitenden- oder Beratungsfunktionen für Unternehmen ausüben oder im Verlauf ihrer beruflichen Karriere ausgeübt haben. In den Ingenieurinstituten, die mit Unternehmen in der Schweiz Wissen austauschen, zeichnen sich die Institutsleitenden dadurch aus, dass sie relativ häufig auch in der Wirtschaft Leitungsfunktionen und Scientific Advisor Funktionen innehatten oder -haben.

Abbildung C 5.6: Analytischer Rahmen für den Wissensaustausch auf Ebene von Forschungseinheiten



Quelle: FHNW

Organisationsklima und Regelungen zum Wissensaustausch

Das Organisationsklima wird hier verstanden als die Regeln, Praktiken, Prozeduren und Anreize, die aus der Organisationskultur resultieren und den Wissensaustausch priorisieren und fördern können. Die Institute wurden nach vier Themen gefragt:

- der «Mission» des Instituts, die seinen Daseinsgrund und langfristigen Auftrag abbildet, und insbesondere der Rolle transfernaher Aufgaben in dieser Mission;
- der Praxis bezüglich der Abtretung des geistigen Eigentums an Wissen und Technologien, die im Institut geschaffen werden;
- der Wahrnehmung der Regeln für WTT-relevante Aktivitäten, verstanden als von der Organisation erlassene Regeln oder ungeschriebene Praktiken, die sich durch die wiederholte Anwendung etabliert haben und eingehalten werden müssen;
- den Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch und -transfer.

Ad a) Mission

Bei den zehn Aufgaben, nach denen die Institute ihre Mission rangieren konnten, ist eine deutliche Zweiteilung festzustellen: Die Durchführung und Publikation von Grundlagenforschung wurde von über 70 % der Befragten auf das Podest gehoben (Plätze 1 bis 3). Auch für die angewandte Forschung, die Ausbildung von qualifizierten Wissenschaftlern durch Doktorate und die Vermittlung des derzeitigen Standes des Wissens an Bachelor- und Master-Studierende überwiegen noch die Ränge 1 bis 3 (hohe

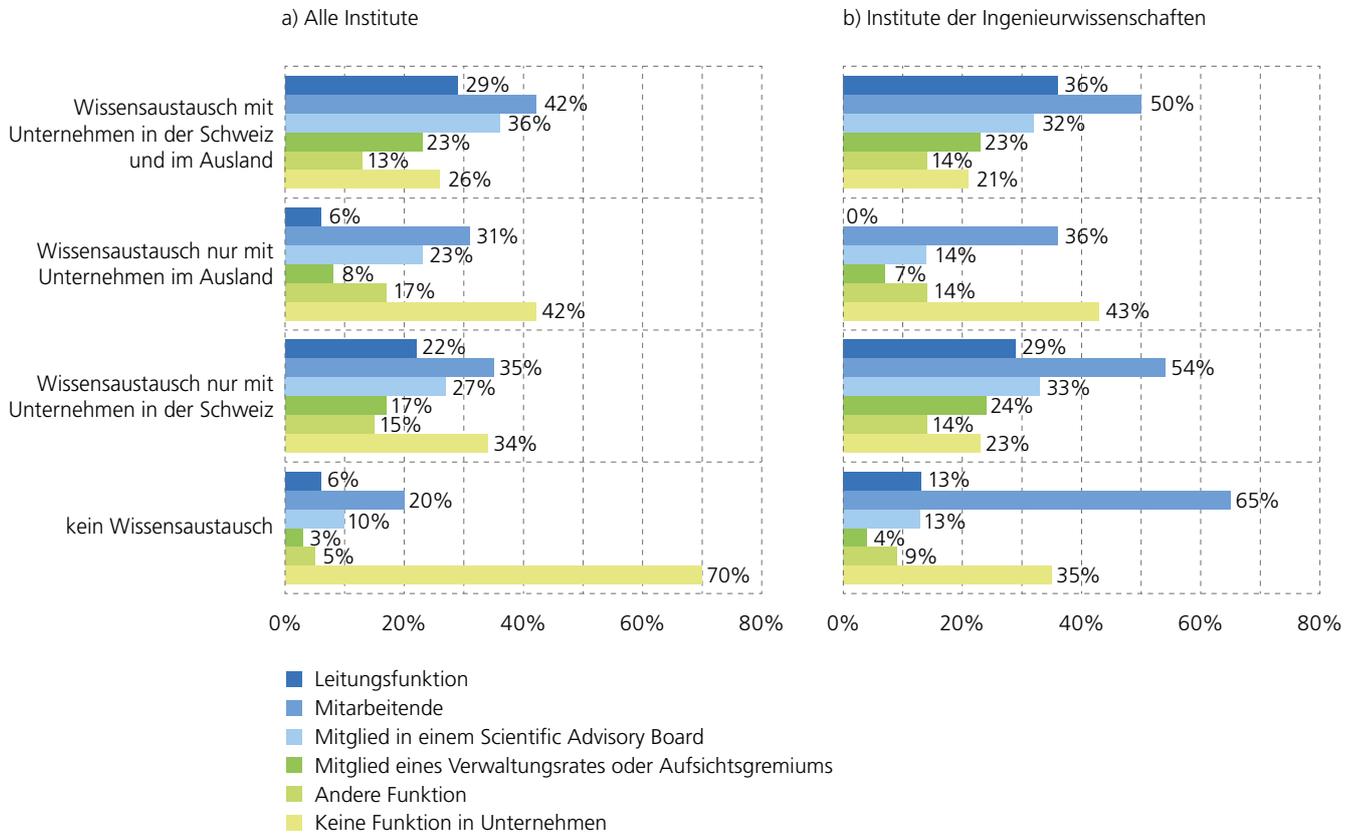
Bedeutung). Sie reflektieren diejenigen Aktivitäten, die man üblicherweise unter Forschung und Lehre und damit die Kernaufgaben akademischer Einrichtungen fasst. Die weiteren Aufgaben, die mehrheitlich dem Wissensaustausch zuzuordnen sind, werden alle niedriger rangiert, wobei nur relativ geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Aufgaben bestehen (Abbildung C 5.8).

Die Institute weisen unterschiedliche Muster im Hinblick auf die Aktivitäten auf, die sie als bedeutend klassifizieren. So wird etwa die Durchführung von Grundlagenforschung und Ausbildung von Wissenschaftlern mittels Doktoraten entweder gemeinsam als hoch oder als niedrig rangiert. Aus diesen Mustern lassen sich mittels einer Clusteranalyse Typen³ bilden, die ähnliche Institute gemeinsam gruppieren. Vier Typen bilden die Struktur in den Daten gut ab und weisen unterscheidbare Missionen auf:

- Das Cluster der «Grundlageninstitute mit Ausbildungsmission» (Typ 1) umfasst 144 Institute (16 % aller Institute), die zu drei Vierteln Universitäten zugehören (zu 20 % dem ETH-Bereich) und zu ebenfalls drei Vierteln in den Naturwissenschaften arbeiten. Wie im Namen ausgedrückt, geben sie als ihre Kernmission die Grundlagenforschung und die Lehre an (Abbildung C 5.9).

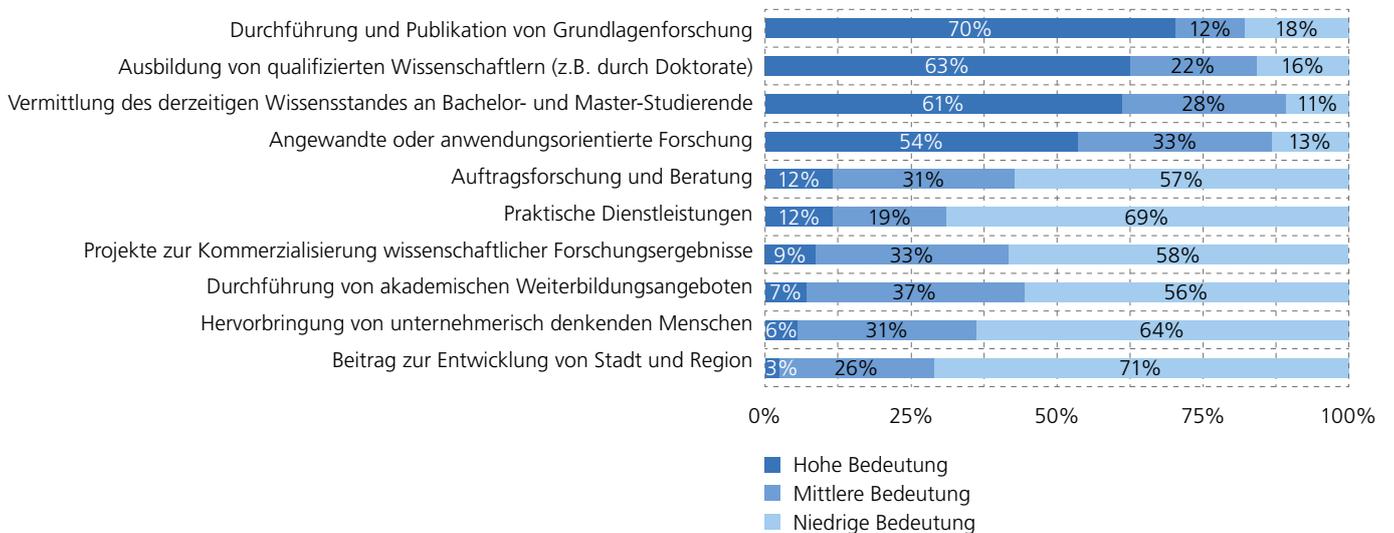
³ Dabei geht es nicht darum, ob ein Institut ausschliesslich Grundlagenforschung oder angewandte F&E betreibt, sondern es werden die Institute mit ähnlichen Hauptaktivitäten zu Kategorien zusammengefasst.

Abbildung C 5.7: Institute nach ihrer Beteiligung am Wissensaustausch und der Funktion der befragten Personen in privaten Unternehmen, 2015–2017



Summe der Prozentwerte ist grösser als 100%, da Mehrfachantworten möglich waren.
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.8: Bedeutung verschiedener Aufgaben aus Sicht der Institute, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

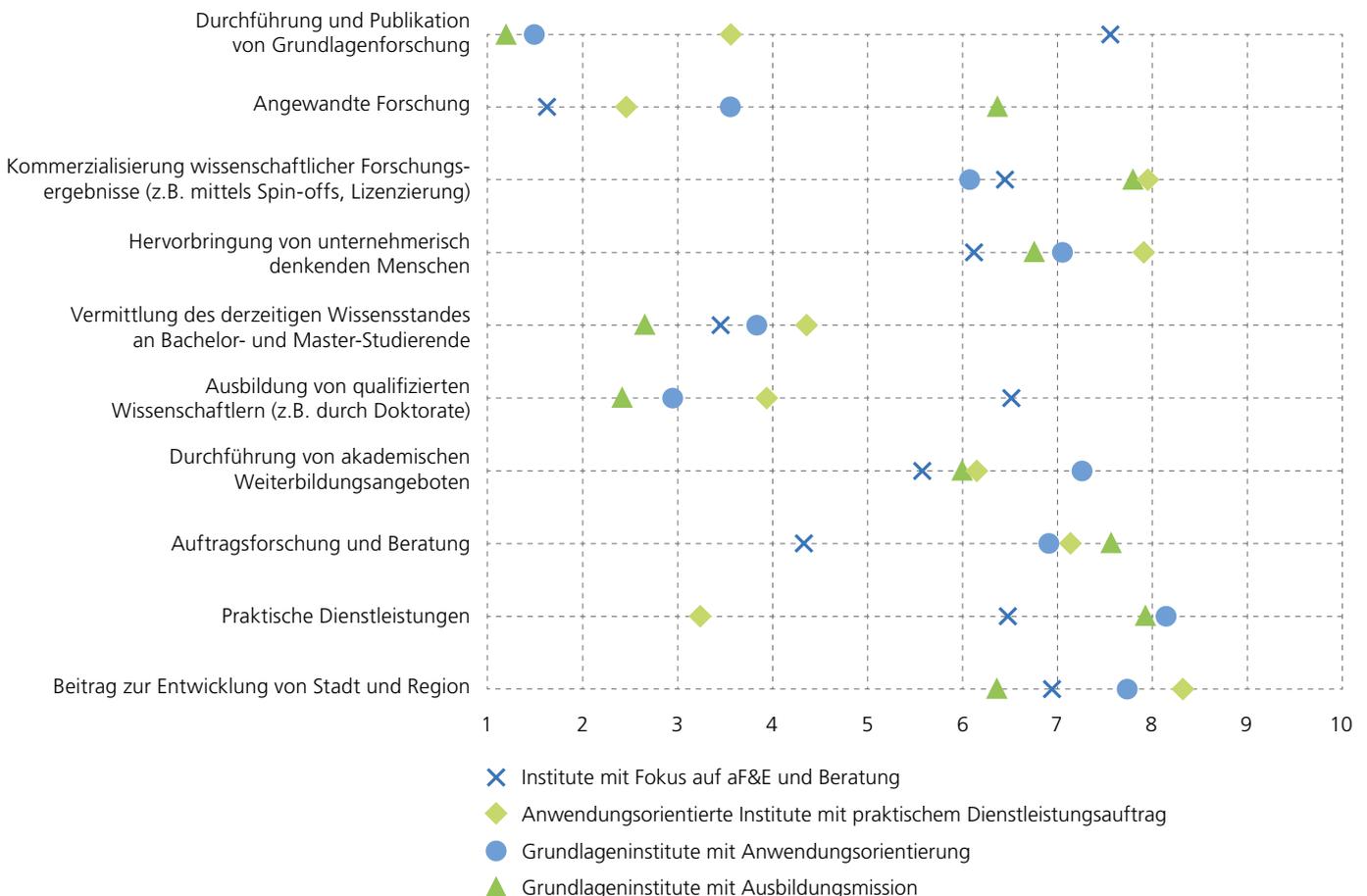
- «Grundlageninstitute mit Anwendungsorientierung» (Typ 2) sind die grösste Gruppe mit 422 Instituten (48%). Sie sind zu gleichen Teilen ETH- und Universitätsinstitute und ebenfalls zu drei Vierteln in den Naturwissenschaften aktiv sowie zu 44 % in Ingenieurgebieten (mehrere Fachgebiete konnten angegeben werden). Bei diesen Instituten sind Grundlagenforschung und Lehre ähnlich bedeutend wie bei Typ 1, aber angewandte Forschung und Kommerzialisierung haben einen etwas höheren Stellenwert (Abbildung C 5.9).
- Typ 3, «Anwendungsorientierte Institute mit praktischem Dienstleistungsauftrag», ist mit 128 Instituten das kleinste Cluster (14%). Die Institute gehören zu 60 % Universitäten und zu 18 % ausseruniversitären Organisationen an. Sie geben zu etwa gleichen Teilen Naturwissenschaften und Medizin / Agrarwissenschaften als Fachgebiete an. Angewandte F&E und praktische Dienstleistungen stufen sie als etwa gleich wichtig oder sogar wichtiger als Grundlagenforschung ein (Abbildung C 5.9).
- Die 192 «Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung» (Typ 4; 22 % der Institute) gehören zu rund zwei Dritteln Fachhochschulen an. Sie ordnen sich weiterhin zu über 60 % Ingenieurgebieten zu und haben mit knapp 35 % auch den

grössten Anteil wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Institute. Angewandte F&E setzen sie an die erste und Grundlagenforschung an die letzte Stelle, jeweils mit Abstand (Abbildung C 5.9). Nach der Ausbildung von Studierenden auf Bachelor- und Masterniveau werden Auftragsforschung und Beratung und akademische Weiterbildungsangebote ebenfalls hochrangiert.

Die vier Cluster unterscheiden sich auch hinsichtlich der im Wissensaustausch eingesetzten Mechanismen:

- Die Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung stufen praktisch alle forschungsbasierten Transfermechanismen sowie Forschungsk Kooperation, Auftragsforschung und Beratungsleistungen öfters als bedeutend ein als die anderen drei Typen (Abbildung C 5.10a). Auch eigene Veranstaltungen für Unternehmensvertretende, ein informeller Transferkanal wird von knapp der Hälfte als bedeutend bezeichnet. Bei den Kommerzialisierungsindikatoren und bei den lehrbasierten Transfermechanismen weisen sie ebenfalls signifikant höhere Werte auf als die anderen Typen, mit deutlichem Abstand bei Bachelor- und Masterarbeiten in Zusammenarbeit mit Unternehmen und bei Weiterbildungen (Abbildung C 5.10b).

Abbildung C 5.9: Mittlere Ränge der Aktivitäten nach Aktivitätsclustern auf einer Skala von 1 (höchster Rang) bis 10 (niedrigster Rang), 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

- Den Gegenpol bilden die Grundlageninstitute mit Ausbildungsmission, die bei allen Transferindikatoren mit einer Ausnahme auf den hinteren Rängen liegen. Die Ausnahme sind Kontakte zu Absolventen, welche von über 40 % dieser Institute als bedeutender Transfermechanismus genannt worden sind.
- In Grundlageninstituten mit Anwendungsorientierung sind Lizenzverträge, Spin-offs und Dissertationen mit Unternehmen relativ häufig. Darüber hinaus ähneln sie den anwendungsorientierten Instituten mit praktischem Dienstleistungsauftrag und liegen zwischen den Extremen.

Ad b) Praxis zur Abtretung des Eigentums an Wissen und Technologien

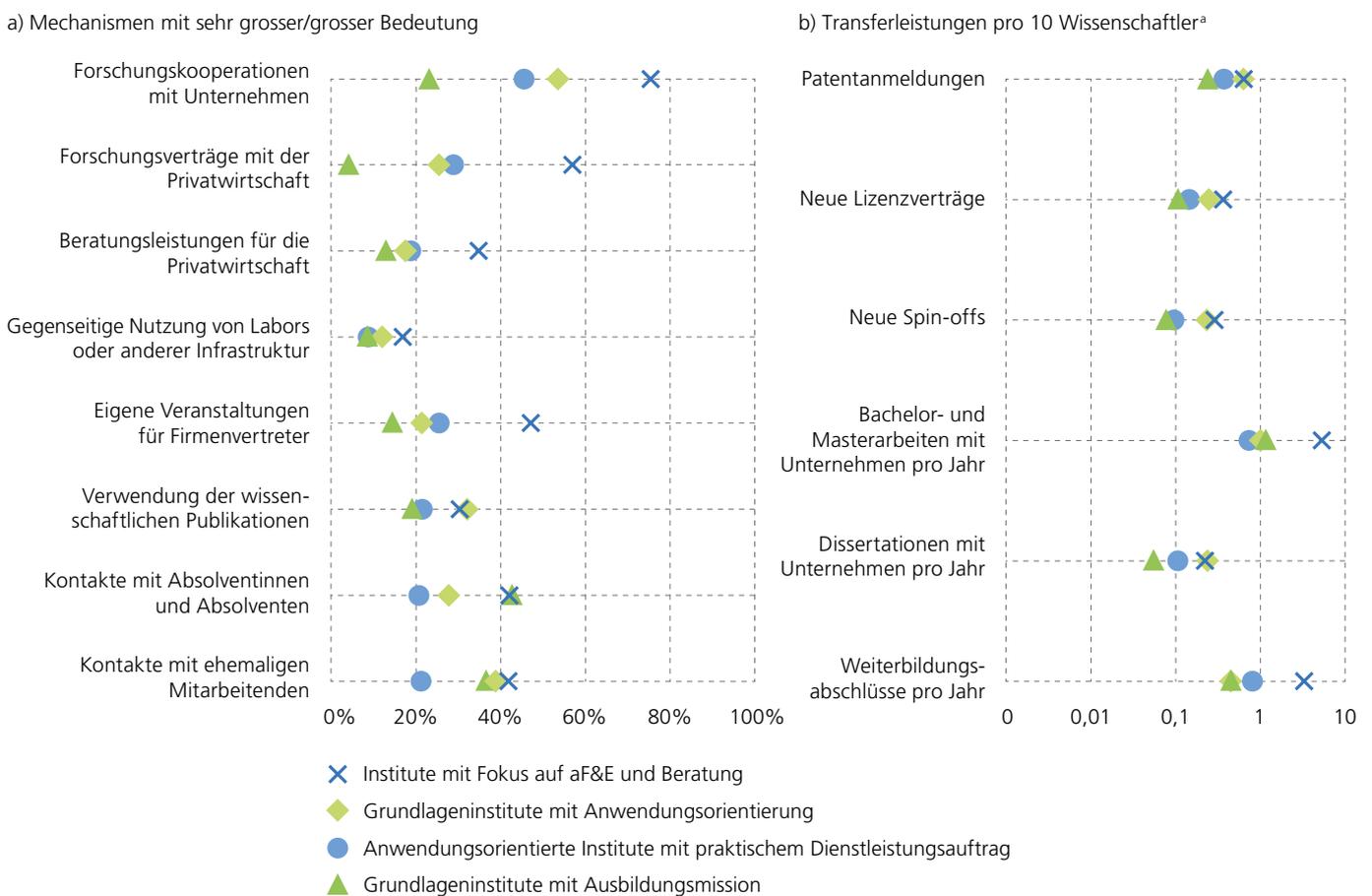
Im Weiteren wurden die Institute befragt, wie häufig sie das Eigentum an Wissen und Technologien, die in ihrem Institut geschaffen wurden, an die Wissenschaftler und Erfinder oder an Unternehmen abtreten. Bei über 70 % der Institute ist dies jeweils die Ausnahme und bei weniger als 30 % ist dies in etwa in der Hälfte der Projekte oder häufiger der Fall (Abbildung C 5.11).

FH-Institute unterscheiden sich allerdings bei dieser Frage recht deutlich von den anderen Hochschul- und Forschungsinstituten: 60 % der FH-Institute treten nämlich das Eigentum an Wissen und Technologien in der Hälfte der Fälle oder häufiger an Unternehmen ab.

Ad c) Regeln für WTT-relevante Aktivitäten

Ein zentrales Steuerungsinstrument für Hochschulen und Forschungsorganisationen sind Regeln und ihre Offenheit gegenüber den Belangen des Wissensaustauschs. Die Relevanz und Substanz von Regeln im Rahmen einer Befragung der Institute über die Organisationen hinweg zu vergleichen ist allerdings schwierig: Es kann nicht garantiert werden, dass die Befragten die Regeln im Detail kennen und ihre Antworten somit korrekt und gültig sind. Deshalb zielten die Fragen zu Regeln primär auf deren wahrgenommene Wirkungen und schlossen die Beurteilung etablierter Praktiken ein. Die Regeln lassen sich auf die drei Kernaspekte Arbeit in, für und mit privaten Unternehmen, Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen und Freiräume hinsichtlich «privaten»

Abbildung C 5.10: Transferindikatoren der Institute nach Aktivitätsclustern, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

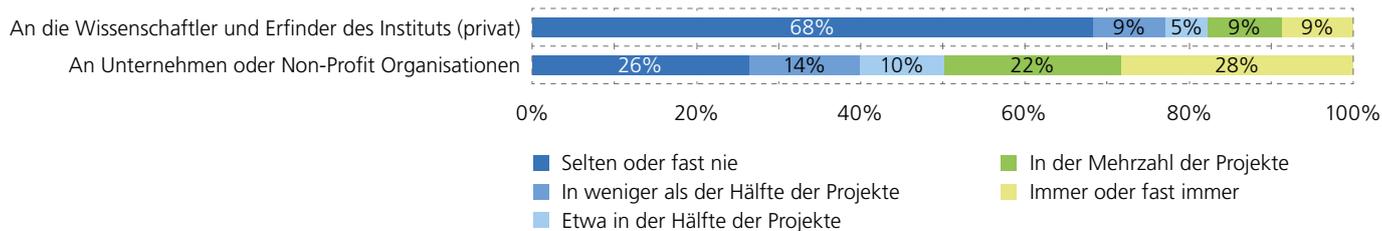
^alogarithmische Darstellung

Abbildung C 5.11: Praxis zur Abtretung des Eigentums von Wissen und Technologien nach Empfängern, 2015–2017

a) alle Institute



b) FH-Institute



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Projekten und Aktivitäten reduzieren.⁴ Differenziert man die Faktorwerte nach den Clustern mit unterschiedlichen Missionen aus a), dann zeigen sich zwei Gruppen von Instituten: einerseits Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung sowie Grundlageninstitute mit Anwendungsorientierung, in denen die Institute die Regeln konsistent mit ihrer Mission positiv beurteilen (Abbildung C 5.12); andererseits die zwei anderen Institutstypen, in denen die Regeln eher als hinderlich eingeschätzt werden.

Ad d) Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch und -transfer

Finanzielle oder soziale Anreize der Organisation an ihre Wissenschaftler können das Zustandekommen und den Erfolg von Kommerzialisierungsprojekten positiv beeinflussen; beziehungsweise Kommerzialisierungsanstrengungen sind geringer, falls entsprechende Anreize fehlen. Ergebnisse zu den positiven Effekten finanzieller Anreize wurden in verschiedenen Studien für die USA (Lach & Schankerman, 2004, 2008; Nelson, 2014) und für europäische Länder (Baldini, 2010; Barjak et al., 2015; Caldera & Debande, 2010) gezeigt. In über 70 % der befragten Schweizer Institute bzw. deren Organisationen kennen die befragten Leitungspersonen Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch und -transfer (z.B. für eine Patentanmeldung, einen Lizenzvertrag oder einen besonderen Forschungsvertrag). An erster Stelle stehen ideelle Belohnungen, das heisst soziale Belohnungen und Anerkennung (Abbildung C 5.13). An zweiter Stelle wird von etwas weniger als der Hälfte der Institute angegeben, dass besondere Leistungen auch bei Karriere- und Promotionsentscheiden berücksichtigt werden. Zusätzliche Ressourcen erhalten die Beschäftigten gemäss rund 30 % der Institute, per-

sönliche finanzielle Belohnungen nur gemäss 22 % der Institute. Diese Zahlen spiegeln die Wahrnehmung der Befragten wider, die sich von der tatsächlichen Rechtslage unterscheiden dürfte. Wenn bislang etwa keine solchen Belohnungen vergeben wurden, dann ist es möglich, dass den Befragten deren Existenz auf dem Papier gar nicht bekannt ist.

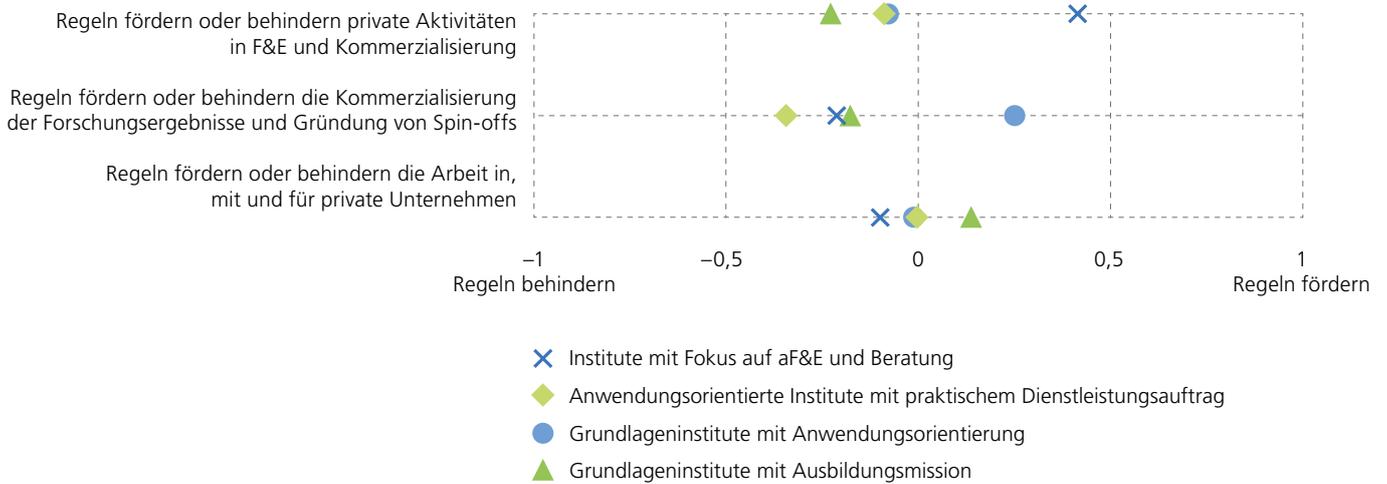
Finanzielle Belohnungen gibt es nach Ansicht der Befragten am häufigsten in ETH-Instituten, Belohnungen in Form von positiven Karriere- und Promotionseffekten in ausseruniversitären Instituten und Belohnungen in Form von zusätzlichen Ressourcen und Anerkennung in FH-Instituten (Abbildung C 5.14). Belohnungen sind ein Ausdruck der Organisationskultur. Im Vergleich der vier Typen wird wie zu erwarten deutlich, dass die Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung jede Art der Belohnung am häufigsten kennen bzw. es am seltensten keine Belohnungen für Transferleistungen gibt. Anwendungsorientierte Institute belohnen gerne mit zusätzlichen Ressourcen, also etwa zusätzliche Zeit und Finanzierung für F&E.

Die Verbindungen dieser Anreize zum Wissensaustausch sind in der nachfolgenden Abbildung C 5.15 dargestellt. Dabei fallen zwei Punkte auf:

- Insgesamt wird die Bedeutung von kommerziellen, forschungsbasierten, lehrbasierten und informellen Transfermechanismen von Instituten als höher eingeschätzt, wenn eine Belohnung für Transferleistungen vergeben wird. Am deutlichsten ist der Zusammenhang zwischen finanziellen Belohnungen und der Kommerzialisierung akademischer Erfindungen.
- Wenn persönliche finanzielle Belohnungen bezahlt werden, dann sind die forschungsbezogenen Transfermechanismen und die Kommerzialisierungsindikatoren signifikant höher. Dies bestätigt sich in der Analyse mehrerer Variablen und unter Berücksichtigung einer Reihe von Kontrollvariablen.

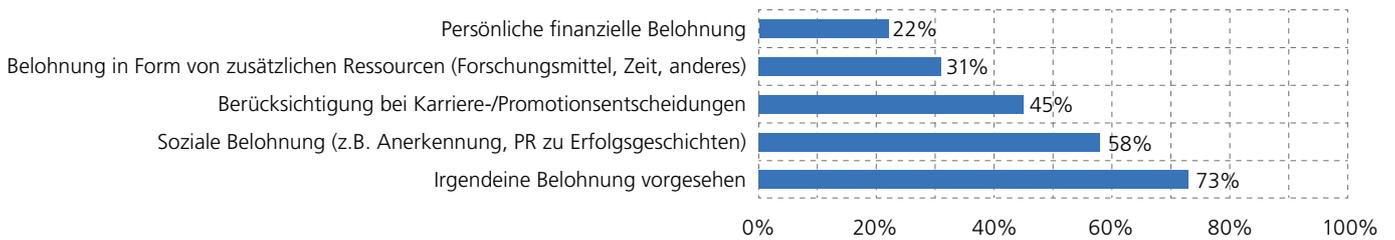
⁴ Dies das Ergebnis einer explorativen Hauptkomponentenanalyse der sechs Variablen. Die Daten eignen sich gut dafür mit einem KMO-Mass von 0.692 und allen Werten auf der Diagonale der AIC-Matrix über 0.6. Es werden drei Faktoren extrahiert, die 84% der Varianz erklären, und niedrige Faktor Cross-Loadings von unter 0.3 in allen Kombinationen aufweisen. Die drei Komponenten wurden mit der VARIMAX-Methode rotiert.

Abbildung C 5.12: Institute nach der Wirkung der Regeln der Organisation auf transferrelevante Aktivitäten, 2015–2017



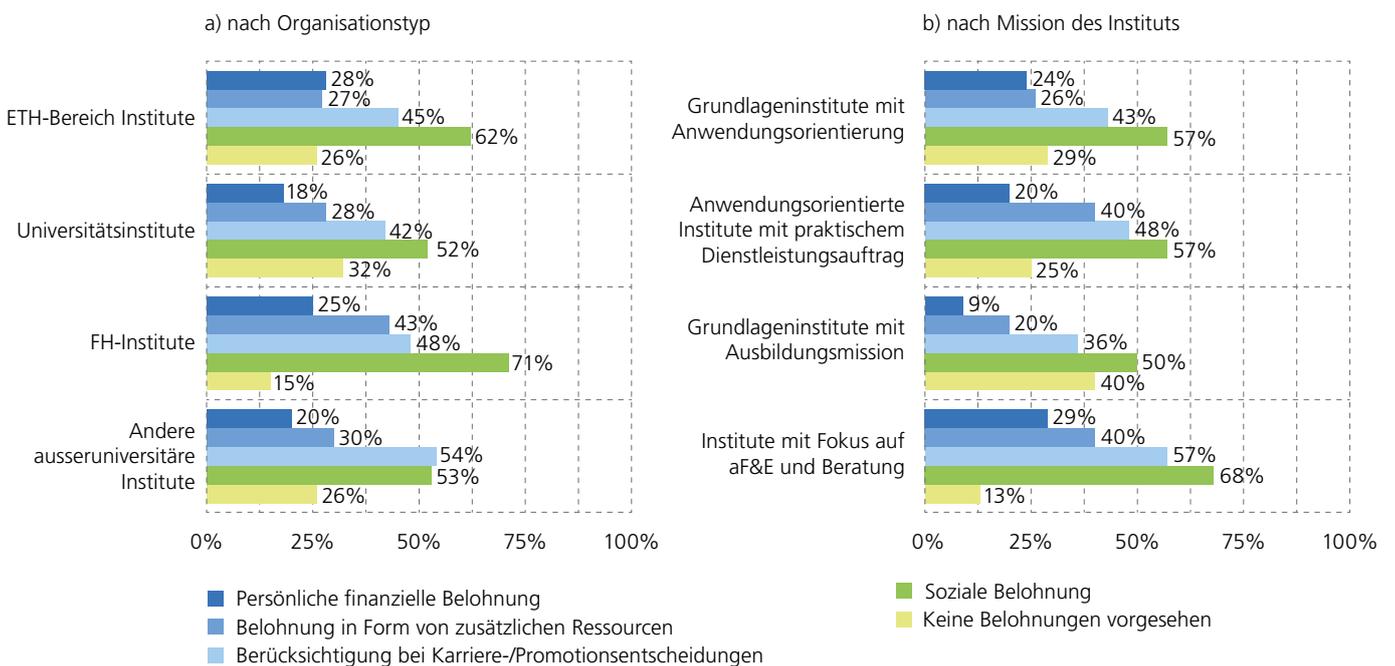
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.13: Anteil der Institute, die die Beschäftigten für besondere Leistungen im Wissensaustausch belohnen, 2015–2017



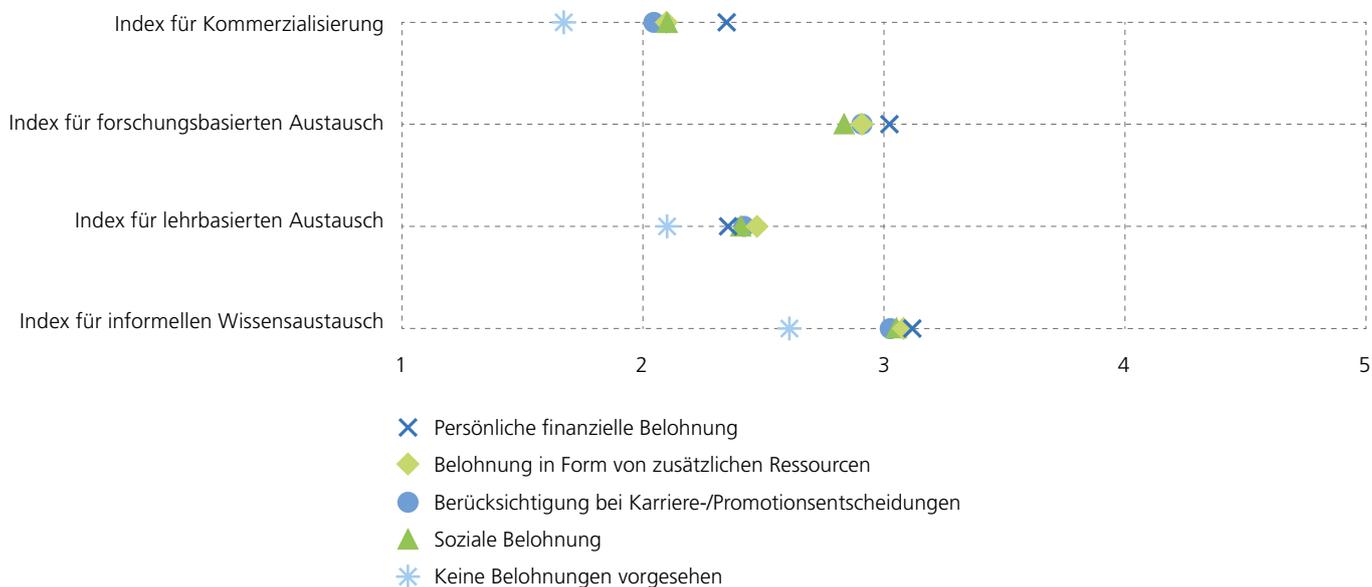
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.14: Anteil der Institute mit Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch nach Art der Belohnung, Organisationstyp und Mission des Instituts, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.15: Bedeutung verschiedener Wissensaustauschformen nach eingesetzten Belohnungen (aggregierte Indizes), 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

5.3.2 Unterstützung durch intermediäre Organisationen

Der Wissens- und Technologietransfer wird schweizweit durch eine Vielzahl von intermediären Organisationen (IO) unterstützt, die im Auftrag von Bund, Kantonen, Gemeinden, Hochschulen und Forschungsorganisationen, Wirtschaftsverbänden, Branchenverbänden oder anderen Organisationen aktiv werden. Abstrahierend von der einzelnen Organisation wird nachfolgend ein Überblick darüber gegeben, wie die Bedeutung der verschiedenen Arten von IO einzuschätzen ist und welche Eigenschaften die als bedeutend eingestuftten Organisationen aufweisen. Mit der Bedeutung können die Intensität der Nutzung und die Wirkung der IO auf den Wissensaustausch annäherungsweise aufgezeigt werden.

Die mit Abstand grösste Bedeutung für den Wissensaustausch wird von den Instituten den Einrichtungen der öffentlichen Innovationsförderung zugewiesen (Abbildung C 5.16). Rund 40 % der Institute stufen diese als bedeutend oder sehr bedeutend ein. Wissens- und Technologietransferstellen werden von rund einem Viertel der Institute als bedeutend bezeichnet. Für alle weiteren erfragten Organisationstypen sind die Unterschiede gering. Jeweils 80 % der Institute oder mehr geben den Transferstellen keine oder nur sehr geringe Bedeutung. Hingegen geben ihnen weniger als 10 % grosse oder sehr grosse Bedeutung.

Die Breitenwirkung der verschiedenen intermediären Organisationen erscheint damit recht gering, mit Ausnahme der Innovationsförderung und der WTT-Stellen. Dieses eher negative Bild ist allerdings teilweise auch der Fragmentierung und Vielfalt der Organisationen und Initiativen geschuldet. Knapp die Hälfte der Institute gibt mindestens einer der sechs mehrheitlich als wenig

bedeutend eingestuftten IO mittlere oder grosse Bedeutung. Dieses «Innovationsökosystem» spielt also gleichwohl eine wichtige Rolle, beispielsweise für die vergleichsweise seltenen (siehe Tabelle C 5.1) akademischen Unternehmensgründungen (siehe Fallbeispiele 3 und 4).

Die Kommerzialisierung akademischer Erfindungen und die Bedeutung von intermediären Organisationen (IO) korrelieren (Abbildung C 5.17). Die Anzahl Patentanmeldungen, neue Lizenzverträge und Spin-offs sind in denjenigen Instituten, die angeben, dass die öffentliche Innovationsförderung, Fonds oder Zuschüsse für Kommerzialisierung, Proof-of-Concept und Entwicklung, WTT-Stellen sowie Innovations- oder Wissenschaftsparks eine grosse oder sehr grosse Bedeutung aufweisen, signifikant höher als bei den Instituten, die angeben, dass diese IO nur eine mittlere oder geringe Bedeutung haben. Allerdings kann mit solchen Querschnittsdaten keine Kausalität begründet werden. Auch ist mit den vorliegenden Daten nicht zu beantworten, ob die IO ursächlich zu den höheren Kommerzialisierungsindikatoren in den Instituten beigetragen haben.

Die Institute wurden weiterhin gebeten, je eine als bedeutend und eine als unbedeutend eingestufte intermediäre Organisation zu beschreiben. Die Beschreibung erfolgte auf einer Siebenpunkteskala: 1) organisatorische Nähe (intern / extern), 2) Beteiligung privater Unternehmen, 3) geographische Nähe, 4) fachliche Nähe, 5) Marktkenntnisse, 6) Flexibilität im Leistungsangebot und 7) Durchführung interessanter Veranstaltungen. Abbildung C 5.18 gibt die Vertrauensintervalle des arithmetischen Mittelwertes für diese Eigenschaften wieder, wobei die blauen Linien für als bedeutend bewertete IO stehen und die grünen Linien für als unbedeutend bewertete.

Intermediäre Organisationen (IO) und ihr Einfluss auf den Wissensaustausch

1) Staatliche Innovationsagenturen und Förderorganisationen: Sie fördern den Wissensaustausch auf vielfältige Art und Weise, etwa durch die (Ko-)Finanzierung von F&E-Projekten, durch die Unterstützung akademischen Unternehmertums oder Vernetzungsangebote. Die Zusammenfassungen der Literatur bestätigten den grundsätzlichen Nutzen einer Förderung (Becker, 2015; Beck et al., 2018), und auch Analysen der Schweizer Förderung haben positive Effekte ermittelt (Arvanitis et al., 2010).

2) Wissens- und Technologietransferstellen (WTT-Stellen): Sie sind der bekannteste IO-Typ zur Förderung des Wissensaustauschs und der Wissenskommerzialisierung. Ihre Existenz korreliert in vielen Studien positiv mit den Transferaktivitäten von Wissenschaftsorganisationen (Ambos et al., 2008; Baldini, 2010; Fini et al., 2017; Perkmann et al., 2013; Villani et al., 2017).

3) Inkubatoren und Wissenschaftsparks: Sie sind in den letzten 30 Jahren weltweit in grosser Zahl entstanden. Studien ermitteln grosse Unterschiede zwischen Inkubatorotypen, etwa in Abhängigkeit ihrer Forschungsorientierung, des Standorts (On campus oder Off campus), der Art der Beteiligung von Hochschulen und F&E-Organisationen, des Fokus auf neue oder bestehende Unternehmen und nicht zuletzt der angebotenen Leistungen (Minguillo & Thelwall, 2015). Dies dürfte wenigstens zum Teil auch erklären, warum sich die Resultate zum Zusammenhang zwischen Inkubatoren und akademischem Unternehmertum partiell widersprechen (Caldera & Debande, 2010; Di Gregorio & Shane, 2003; Fini et al., 2011; González-Pernía et al., 2013).

Proof-of-Concept-Zentren haben manche Gemeinsamkeiten mit Inkubatoren, finanzieren aber statt Gebäude und Infrastruktur kommerziell aussichtsreiche Projekte in der Proof-of-Concept-Phase (Bradley, Hayter, & Link, 2013; Gulbranson & Audretsch, 2008). Bislang liegen nur wenige Studien vor, wobei aber eher positive Effekte auf die Gründungstätigkeit der Hochschulen ermittelt wurden (Hayter & Link, 2015).

4) Fonds und Zuschüsse zur Finanzierung von Start-ups: Sie werden in vielen Ländern weltweit eingesetzt, um die Barrieren gegen akademisches Unternehmertum zu senken. Akademiker mit Gründungsabsichten werden bei der Entwicklung einer Geschäftsidee unterstützt, die vormarktliche Technologieentwicklung (ko-)finanziert oder fehlendes privates Risikokapital in der Frühphase von akademischen Unternehmensgründungen kompensiert (Kochenkova et al., 2016). In der Schweiz haben «aktive Programme», die ausser Geld auch Beratung, Unterstützung beim Kompetenzaufbau und Vernetzung bieten, Tradition. Eine Evaluation der durch die Innosuisse unterstützten Start-ups in der Schweiz hat gezeigt, dass Zertifizierungseffekte (wie Innosuisse-Zertifikat) und positive Auswirkungen auf die Unternehmensentwicklung und Risikokapitalfinanzierung auch dann auftreten, wenn die öffentliche Hand keine Finanzierung gibt, sondern «nur» durch Selektion, Training und Coaching Informationsasymmetrien reduziert (Gantenbein et al., 2011).

5) Kooperative Forschungszentren: Sie gehören einer Hochschule oder Forschungsorganisation an, sind interdisziplinär zusammengesetzt und fördern primär sektorenübergreifende Kooperationen und Wissens- und Technologietransfer (Boardman & Gray, 2010). Positive Effekte wurden insbesondere für US-amerikanische Forschungsuniversitäten ermittelt (Boardman & Corley, 2008; Boardman, 2009).

6) Clusterorganisationen: Cluster, geographische Konzentrationen von Unternehmen und anderen Organisationen, die miteinander kooperieren, sich aber fallbezogen auch konkurrenzieren (Porter, 2008), und Clusterinitiativen, also initiierte und organisierte Cluster (Lindqvist et al., 2003, 2013), setzen für das Management Clusterorganisationen ein. Die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft gehört dabei vielfach zu den zentralen Aufgaben von Clusterorganisationen (Lindqvist et al., 2003, 2013). Dass dies gelingen kann, haben etwa Töpfer et al. (2017) am Beispiel der ersten fünf Spitzencluster in Deutschland gezeigt.

Fallbeispiel 3: IRsweep – schnelle und hochpräzise Spektroskopie auf der Basis von Chiplasern

IRsweep ist ein 2014 gegründetes Spin-off der ETH Zürich und Empa. Es nutzt das Wissen und Know-how beider Organisationen, um ein Infrarot-Spektrometer mit einem optischen Frequenzkamm auf der Basis eines Quantenkaskadenlasers zu kommerzialisieren. Die Vorteile eines solchen Spektrometers gegenüber den herkömmlichen Fourier-Transformed Infrared Spektrometern bei der Analyse von Gasen und Flüssigkeiten liegen darin, dass es schnelle und hochauflösende Messungen in einem Wellenlängenbereich ermöglicht, der durch andere Lasertypen kaum erschlossen wird. Gleichzeitig ist die Laserquelle sehr klein und miniaturisierbar. Dadurch ist sie für mobile Geräte gut verwendbar.

Die Gründung des Spin-offs IRsweep von Doktoranden der ETH Zürich und einem Post-Doc der Empa ist ein gutes Beispiel für eine akademische Unternehmensgründung im Schweizer «Innovationsökosystem». Die drei Gründer arbeiteten in der Grundlagenforschung mit Anspruch auf globale Exzellenz, waren aber ausserdem mit praktischen Fragen konfrontiert wie der Messung von Spurengasen in Umwelt, Industrie und Medizin sowie der Entwicklung hochpräziser Messgeräte. Diese Verbindung aus Grundlagen- und angewandter Forschung sowie die Kombination von komplementärem Wissen und Know-how zu chipbasierten Lasern und Spektrometern bildeten letzten Endes die technische Wissensbasis für das Unternehmen.

Die Durchquerung des «Valley of Death», also der durch hohe Kosten und niedrige Erlöse gekennzeichneten Phase der Technologie- und Produktentwicklung zwischen dem Proof-of-

Concept und dem Markterfolg, hat IRsweep auch durch die Unterstützung dieses «Innovationsökosystems» (bis heute) erfolgreich bewältigt:

- 1) Durch Start-up-Programme, allen voran das Pioneer Fellowship der ETH, und Start-up-Wettbewerbe hat das Unternehmen Sichtbarkeit erlangt, Management-Know-how aufgebaut, sein Netzwerk erweitert und nicht zuletzt Seed Money erhalten.
- 2) Durch die Beteiligung an nationalen wie internationalen Ausschreibungen für F&E-Projekte mit ihren Mutterorganisationen, ETH Zürich und Empa, und weiteren Partnern in der Schweiz und im Ausland wurden ebenfalls Mittel für die Technologieentwicklung akquiriert sowie das Netzwerk erweitert.
- 3) Dank des Engagements der akademischen Mutterorganisationen zur Kommerzialisierung ihrer Erfindungen durch Schweizer Unternehmen wurde IRsweep grundsätzlich Unterstützung zuteil, etwa vorteilhafte Arbeitsbedingungen für die Gründer oder Nutzungsrechte am geistigen Eigentum.
- 4) Weiter haben auch die Unterstützung durch Clusterorganisationen (hier Swiss Photonics), insbesondere durch guten Rat und Vernetzung, den Unternehmern beim Treffen der richtigen Entscheidungen geholfen.
- 5) Nicht zuletzt brauchte es einen Geldgeber, der bereit war, die hohen Entwicklungs- und Markteinführungskosten zu tragen. IRsweep hat dafür ein am Markt etabliertes Schweizer Industrieunternehmen gefunden und kann somit einigermassen optimistisch in die Zukunft blicken.

Für vier der sieben Eigenschaften überlappen sich die Intervalle nicht. Diese stellen damit mit grosser Wahrscheinlichkeit relevante Eigenschaften für die unterschiedlichen Bewertungen der Bedeutung der IO dar:

- Bedeutende IO haben eine etwas stärkere interne Verankerung in der Organisation, während unbedeutende etwa gleichgewichtig intern und extern getragen werden.
- Ein deutlicher Unterschied besteht hinsichtlich der Fachkompetenz und -spezialisierung: Bedeutende IO werden als fachkompetent charakterisiert, weniger bedeutende IO als eher fachübergreifend.
- Kenntnis von Märkten und Kunden ist eine weitere Eigenschaft von intermediären Organisationen, die höhere Bedeutung bei der Unterstützung von Wissensaustausch und der Zusammenarbeit mit Unternehmen erzielen. Sie steuern damit vermutlich komplementäres Wissen bei, das in den Instituten selbst nicht vorhanden ist.
- Schliesslich ist die Durchführung von interessanten Veranstaltungen ein wichtiges Leistungsmerkmal, das zur Bedeutung einer IO beizutragen scheint.

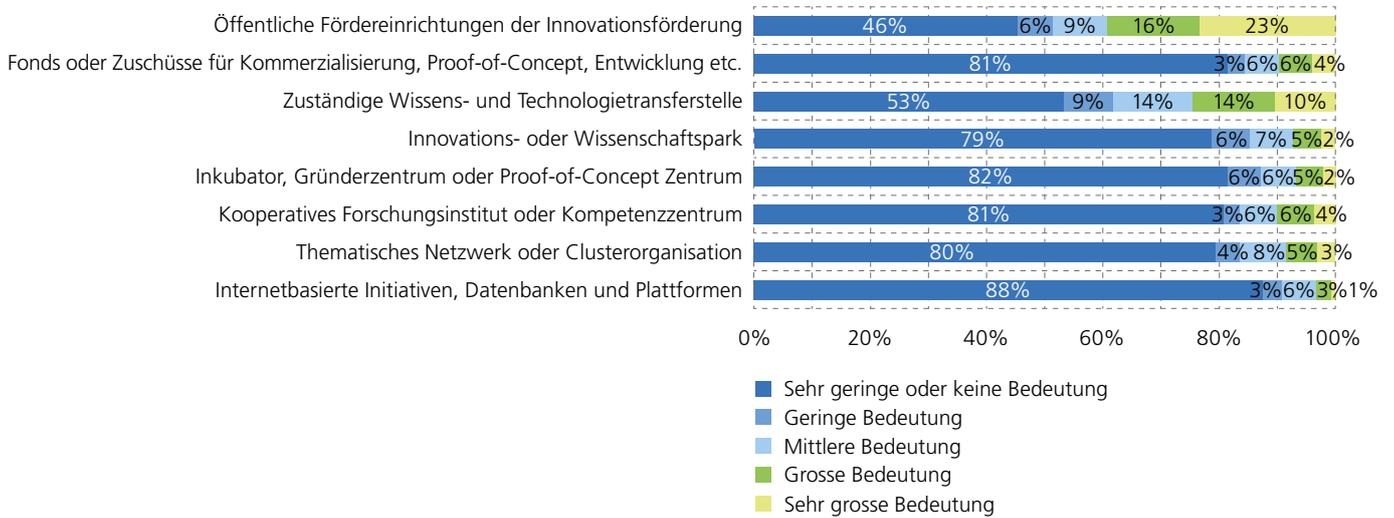
Bedeutende wie auch unbedeutende IO unterscheiden sich nicht signifikant hinsichtlich der Beteiligung von privaten Unternehmen, geographischen Distanz zum Institut und Flexibilität der Leistungsportfolios.

5.3.3 Motive für und Hemmnisse gegen den Wissensaustausch

Frühere Studien zu den Motiven, Zielen oder zum erwarteten Nutzen für ein Engagement in der Wissenskommersialisierung und Industriekooperationen weisen auf vier wesentliche Gruppen von Motiven hin (Ankrah et al., 2013; Arvanitis et al., 2008c; Muscio & Vallanti, 2014; Ramos-Vielba et al., 2016): a) finanzielle Motive, b) wissens- und anwendungsbezogene Motive, c) Qualifikations- und Reputationsmotive und d) kostenseitige Motive.

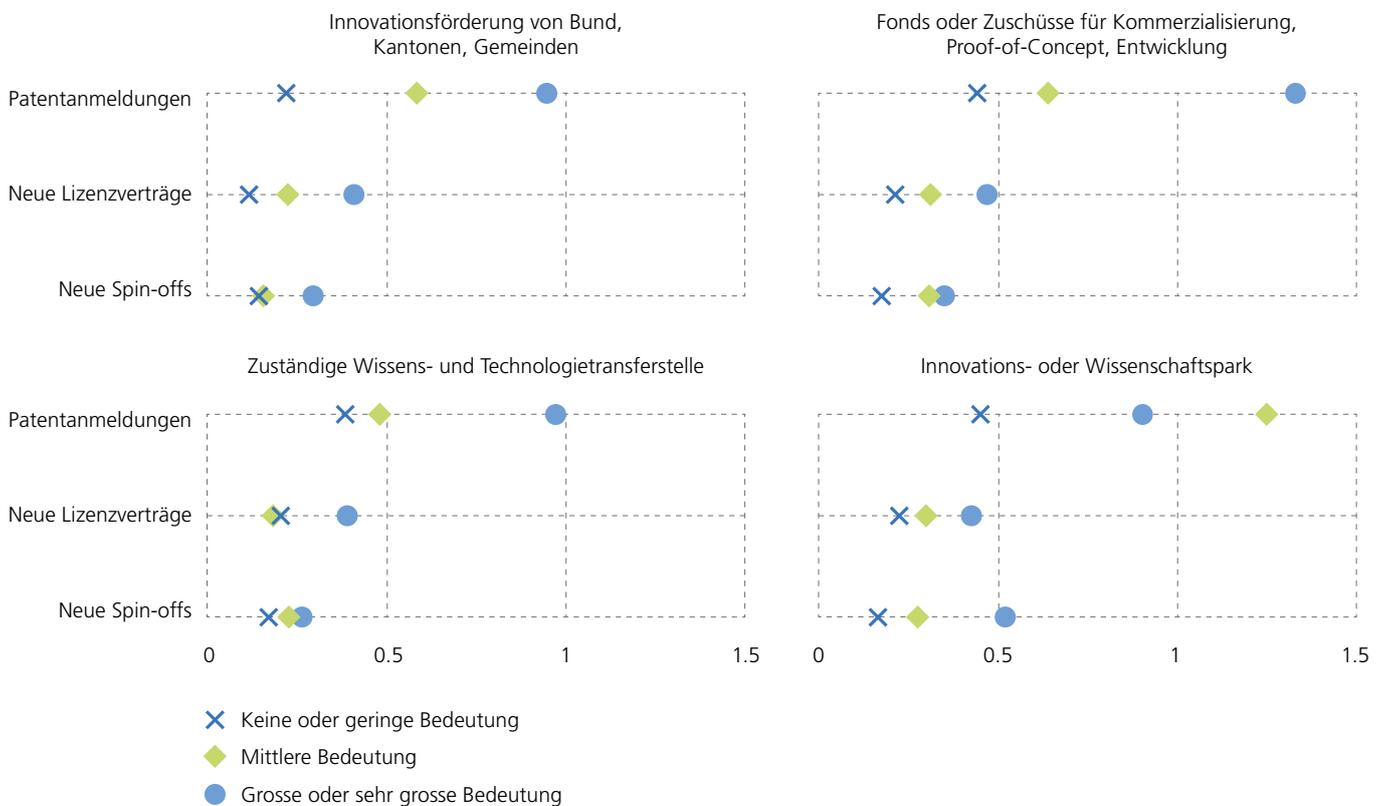
Die Stärkung der Forschung, zusätzliche Forschungsmittel und die Lösung praktischer Probleme werden von mehr als der Hälfte aller Institute als bedeutend oder sehr bedeutend beurteilt, wo-

Abbildung C 5.16: Bedeutung der zur Verfügung stehenden intermediären Organisationen für den Wissensaustausch der Institute, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.17: Indikatoren für die Kommerzialisierung von akademischen Erfindungen nach der Bedeutung von intermediären Organisationen pro 10 Wissenschaftler, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Fallbeispiel 4: SUN bioscience – die Industrialisierung des standardisierten Wachstums von Organoiden

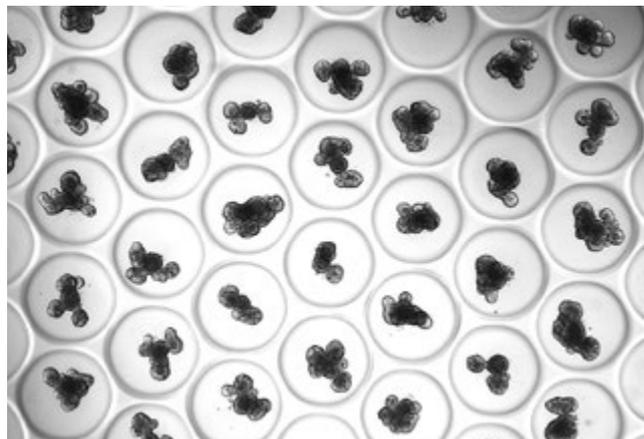
Das Spin-off SUN bioscience der EPFL wurde 2016 von zwei Bioingenieurinnen und Ex-Doktorandinnen gegründet, um eine Technologie zu kommerzialisieren, mit der sich beliebige dreidimensionale Zellstrukturen effizient und exakt industriell herstellen lassen. Solche 3D-Zellstrukturen aus Stammzellen sind die Basis für sogenannte Organoiden, funktionale Miniatur-Nachbildungen beliebiger Körperorgane, die neue Möglichkeiten für die personalisierte Medizin bieten.

Nach der Entwicklung der Zellkulturplatten und des Hydrogels zur Kultivierung der Stammzellen bildete die Automatisierung der Produktion der Platten die zentrale technische Herausforderung. Sie wurde erfolgreich gelöst. Unter dem Markennamen Gri3D™ wurde die Technologie 2018 in den Markt eingeführt.

In den Jahren 2014 bis 2018, im Vorfeld der Gründung und in der Startphase, wurden die Gründerinnen und das Unternehmen durch zahlreiche Organisationen unterstützt, die kantonal, national oder international agieren:

- 1) Die EPFL selbst unterstützte die Gründerinnen mit einem Innogrant, dank dem sie während eines Jahres die Unternehmensidee im Rahmen ihrer Anstellung an der EPFL weiterentwickeln konnten.
- 2) Die Innosuisse ko-finanzierte ein gemeinsames F&E-Projekt von SUN bioscience und dem Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) in Neuchâtel, in dem ein Prototyp des Fertigungsroboters entwickelt wurde.
- 3) Innovaud und die Fondation pour l'Innovation technologique (FIT), Förderorganisationen im Kanton Waadt, sprachen ebenfalls Gelder in der Startphase.

Gri3D™ Organoid Population



Quelle: Sun bioscience (<https://sunbioscience.ch/technology/>)

- 4) Die Europäische Union (mittels European Institute for Innovation & Technology EIT und Horizon 2020) sowie die W. A. de Vigier Stiftung in Solothurn prämierten das Unternehmen in Wettbewerben und sprachen Projektmittel.
- 5) Schliesslich trugen der Standort des Unternehmens im EPFL Innovation Park und die guten Beziehungen zu EPFL und CSEM zum Aufbau von Kontakten in der Branche und zu Kunden bei.

hingegen der Zugang zu firmeneigener Ausrüstung und Fähigkeiten, die Förderung der regionalen Entwicklung und die Kooperation zur Einwerbung öffentlicher Mittel mehrheitlich als unbedeutend oder wenig bedeutend eingestuft werden. Damit erscheinen unter den Schweizer Instituten wissens- und anwendungsbezogene Motive für den Wissensaustausch am stärksten ausgeprägt.

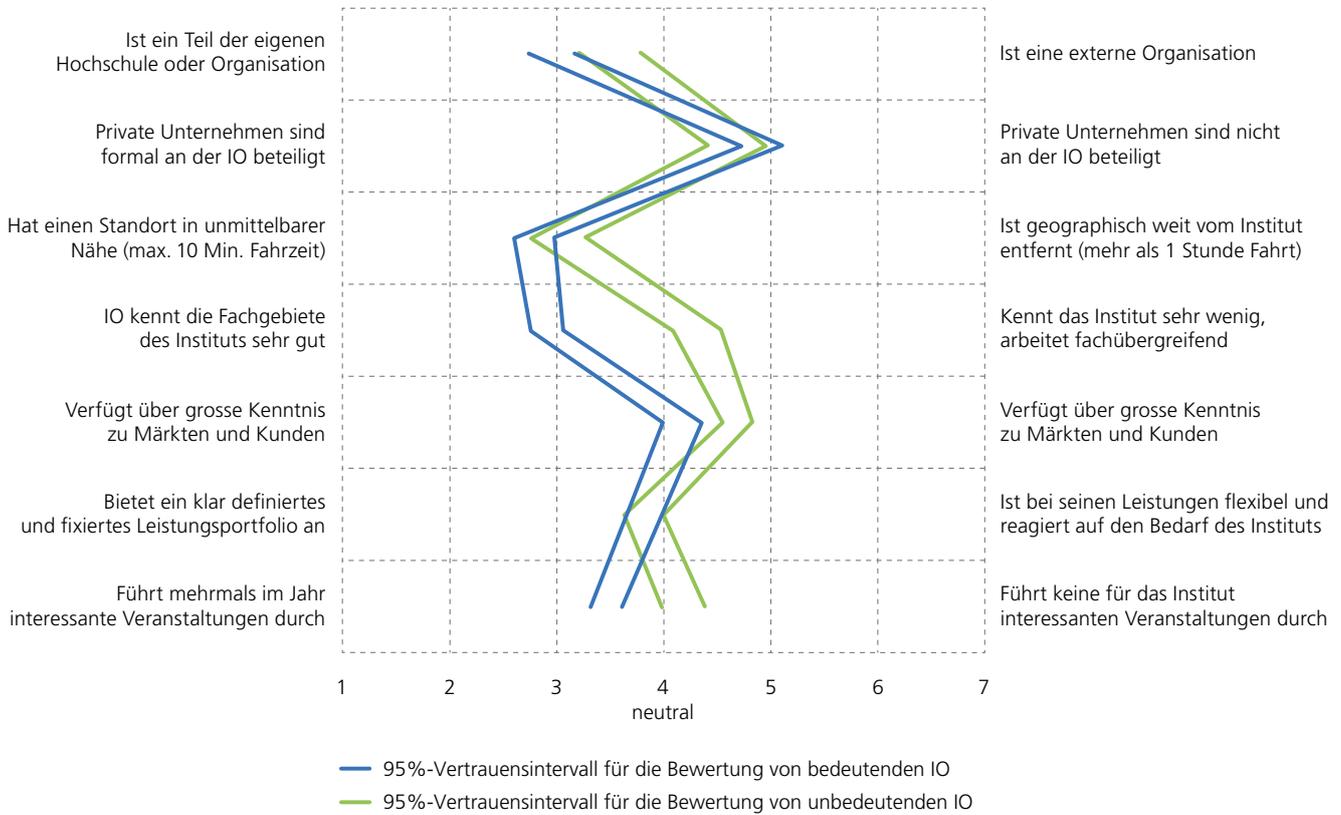
Gemäss der einschlägigen Literatur (Arvanitis et al., 2008; Galán-Muros & Plewa, 2016; Muscio & Vallanti, 2014) können Hemmnisse oder Barrieren gegen den Wissensaustausch in Wissenschaftsorganisationen bestehen aus: a) Informationslücken und fehlendem Support, b) Konflikten mit anderen Aufgaben in Lehre und Forschung, c) den bearbeiteten Forschungsthemen, d) den Eigenschaften der Unternehmen und e) fehlender Finanzierung.

Die Institute geben der zu hohen Belastung durch den Unterricht und durch andere Aufgaben die grösste Bedeutung. An zweiter Stelle werden von rund 40 % der Institute fehlende Ressourcen

in Unternehmen und Finanzierungsschwierigkeiten allgemein als bedeutende Hemmnisse genannt. Alle anderen Hemmnisse haben verhältnismässig geringere Bedeutung.

Im Vergleich zwischen dem ETH-Bereich, den Universitäten, Fachhochschulen und ausseruniversitären Instituten wird deutlich, dass FH-Institute eine deutlich stärker ausgeprägte Motivation für den Wissensaustausch aufweisen als die Institute der anderen Organisationstypen. Sie verweisen weniger häufig als andere Institute auf Konflikte mit der Grundlagenforschung oder zu hohe Anforderungen der Unternehmen an das geistige Eigentum und dessen Geheimhaltung. Im Gegenzug geben sie aber der Unterrichtsbelastung und Finanzierungsproblemen einen höheren Stellenwert (Abbildung C 5.21). Für Institute der ETH-Organisationen sind dagegen zu geringe Ressourcen in Unternehmen das wichtigste Hemmnis für den Wissensaustausch.

Abbildung C 5.18: Eigenschaften als bedeutend und als unbedeutend klassifizierter intermediärer Organisationen, 2015–2017



Lesehilfe: Das blaue Profil beschreibt IO, die als bedeutend eingestuft wurden, das grüne Profil unbedeutende IO. Bei der ersten Teilfrage («Ist die IO ein Teil der Hochschule/ Organisation oder eine externe Organisation?»), die wie alle Teilfragen auf einer Skala von 1–7 beantwortet werden konnte, beträgt der Mittelwert für bedeutende IO 2,95 und für unbedeutende IO 3,5. Anstelle dieser Punktschätzer werden hier die 95%-Vertrauensintervalle dargestellt: für bedeutende IO [2,74; 3,16] und für unbedeutende IO [3,21; 3,79]. Da sich diese Intervalle nicht überlappen, ist die Aussage zulässig, dass bedeutende IO signifikant häufiger aus Sicht der Institute Teile der eigenen Hochschule/ Organisation sind als unbedeutende IO. Wenn die Intervalle überlappen (wie z.B. im Fall der Beteiligung privater Unternehmen), gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen bedeutenden IOs.
 Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.19: Bedeutung von Motiven und Zielen für den Wissensaustausch, 2015–2017

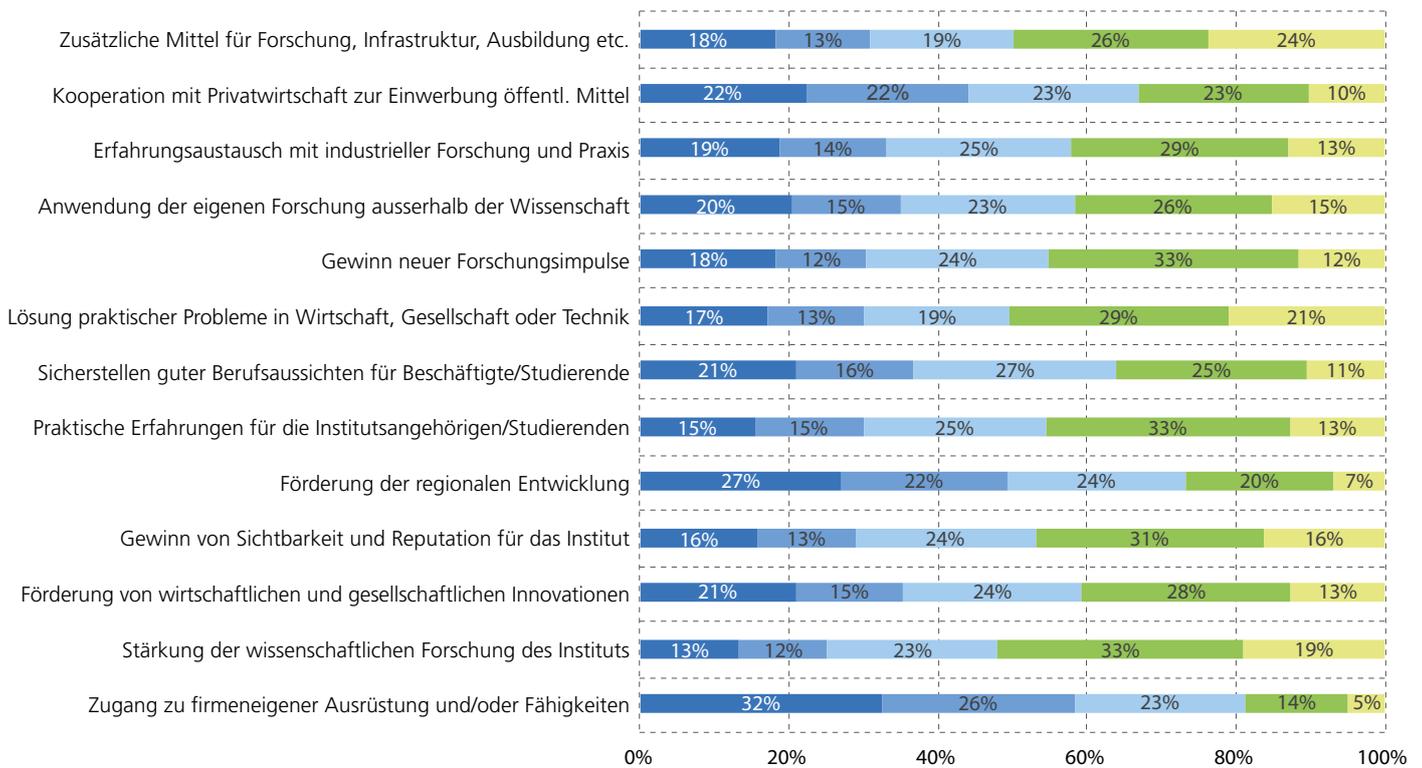
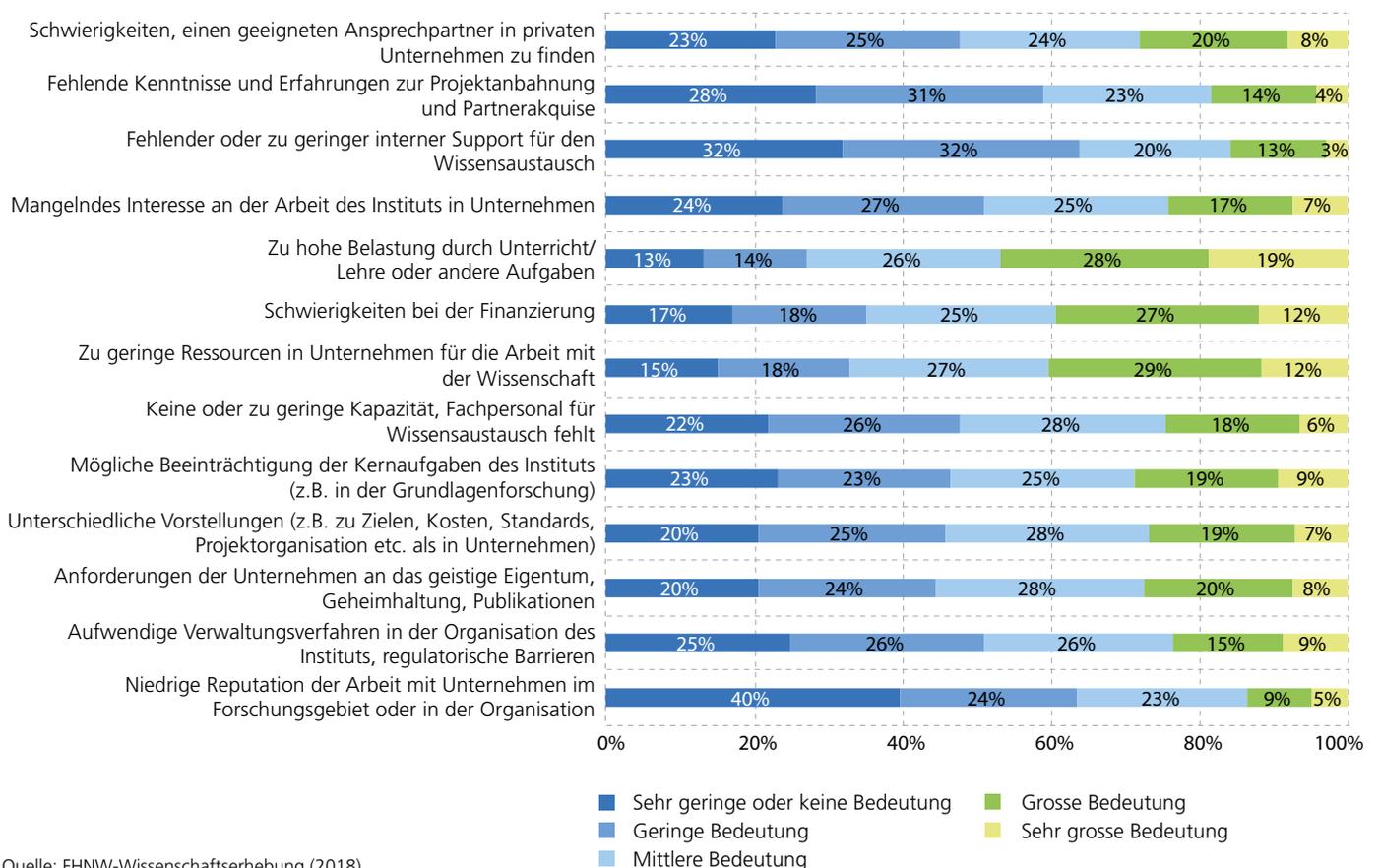
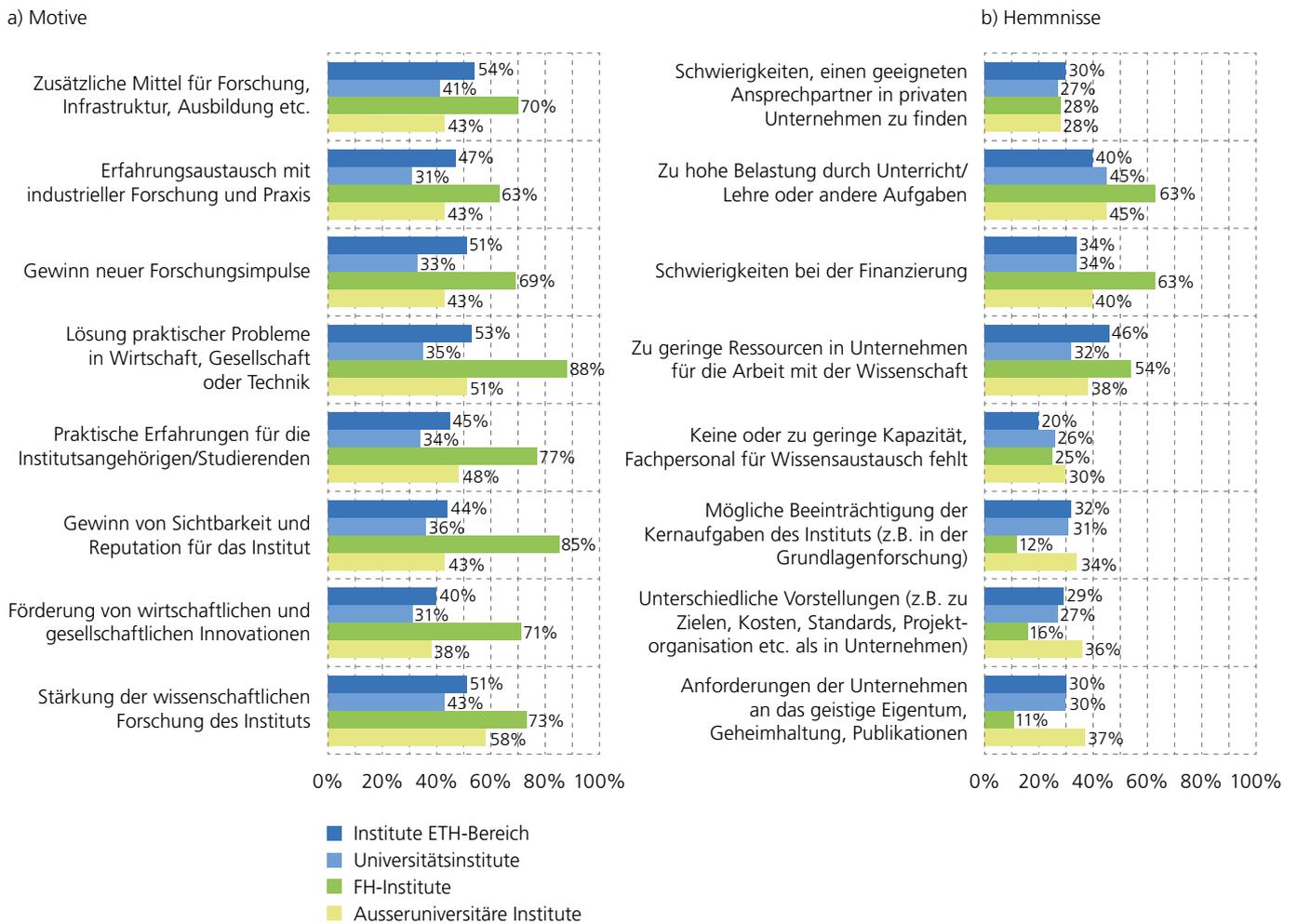


Abbildung C 5.20: Bedeutung von Hemmnissen und Barrieren im Wissensaustausch, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.21: Anteil der Institute mit bedeutenden Motiven für und mit Hemmnissen gegen den Wissensaustausch nach Organisationstyp und Motiv/Hemmnis, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Warum scheitern Transferprojekte?

Abgesehen davon, dass Projekte des Wissensaustauschs wegen geringer Motivation oder diverser Hemmnisse nicht zustande kommen, scheitern Projekte auch im Prozess. Experten aus Schweizer Hochschulen und Forschungseinrichtungen stimmen überein, dass der Erfolg und das Scheitern von Transferprojekten kaum zuverlässig gemessen werden können. Dies liegt an den teilweise sehr langen Projektzyklen und Zeiträumen zwischen

Durchführung und dem Eintreten der Wirkungen, vielfältigen Einflüssen auf den Erfolg und nicht zuletzt fehlenden Einblicken auf der Wissenschaftsseite in die wirtschaftliche Performance eines Projekts nach seinem Abschluss. Die nachfolgende Tabelle stellt einen Versuch dar, Ursachen für das Scheitern differenziert zwischen drei Projektarten und sechs Gruppen von Beteiligten zusammenzufassen.

Ursachen für das Scheitern von Transferprojekten nach Beteiligten

	F&E-Projekte	Kommerzialisierung von Hochschulerfindungen mit bestehenden Unternehmen	Kommerzialisierung von Hochschulerfindungen mittels Spin-Off
1) Hochschule, F&E-Einrichtung	Stellenwert des WTT zu gering; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte; Personalengpässe; Infrastruktur voll ausgelastet	Stellenwert des WTT zu gering; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte	Stellenwert des WTT zu gering
2) WTT-Stelle (TTO)	Uneinigkeit zwischen TTO und Unternehmen zu den Konditionen (IP, Publikation)	Uneinigkeit zwischen TTO und Unternehmen zu den Konditionen (Lizenzen); negative Evaluation der Schützbarkeit (gestützt durch IGE); unzureichende personelle und finanzielle Ausstattung des TTO	Uneinigkeit zwischen TTO und Unternehmen zu den Konditionen (Lizenzen)
3) Forschende	Forscher wechseln die Organisation; Forschung / Technologie erfüllen Erwartungen nicht; unzureichendes Projektmanagement	Forschung / Technologie erfüllen Anforderungen nicht; «Undue disclosure», d.h. Publikation verhindert Patentschutz; geringes / fehlendes kommerzielles Gespür; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte; ökonomisch unerfahrene Forscher	Forschung / Technologie erfüllen Erwartungen nicht; ökonomisch unerfahrene Forscher
4) Unternehmen	Strategieveränderung in Folge von Reorganisationen, Eigentümerwechseln; negative Evaluation der Technologie; fehlendes Bewusstsein, Zeit und finanzielle Ressourcen für F&E-Projekte; falsche Erwartungen an F&E-Projekte; falsche Einschätzung der Kundenbedürfnisse	Negative Evaluation der Technologie; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte; fehlender interner «Champion»; Mitarbeiterfluktuation; fehlende Transfererfahrung	falsche Einschätzung von Markt / Kundenbedürfnissen
5) Geldgeber und Investoren	fehlende Finanzierung für angewandte F&E	fehlende Finanzierung für Proof-of-Concept, Prototypen, klinische Tests	Vertrauensverlust bei fehlenden Erfolgen; ausbleibende Finanzierung; Uneinigkeit zwischen TTO und Investoren zu den Konditionen
6) Beratende, IO	Geographie der Berater (regional, lokal) passt nicht zur Geographie der F&E	–	wenig kompetente Berater erschweren die Verhandlungen

5.4 Schlussfolgerungen

Die Beteiligung der Institute am Wissensaustausch ist beachtlich hoch. Mehr als drei Viertel aller Institute haben zwischen 2015 und 2017 mit Unternehmen in der Schweiz zusammengearbeitet und über 60 % mit Unternehmen im Ausland. Diese Zusammenarbeit erfolgt primär aus wissens- und anwendungsbezogenen Motiven und soll aus Sicht der Institute die Forschung stärken und helfen, praktische Probleme in Wirtschaft und Gesellschaft zu lösen. Zudem dient sie der zusätzlichen Finanzierung der Forschung (Drittmittel). Die grosse Internationalität ist zentral, weil sie den Zugang zu Kompetenzen und Ressourcen gestattet, über welche die Schweiz nicht verfügt.

Je nach Organisation (ETH-Bereich, Universität, FH, ausseruniversitäres Forschungsinstitut), Fachgebiet und Grösse unterscheiden sich die Intensität der Beteiligung im Wissensaustausch, die Partner und die eingesetzten Mechanismen und Formen:

- Der Wissensaustausch bildet für Institute mit einem Fokus auf angewandte F&E und Beratung, etwas mehr als ein Fünftel aller Institute, eine Kernaufgabe. Diese primär ingenieurwissenschaftlichen und FH-Institute arbeiten auf vielen Wegen und unter Nutzung der ganzen Bandbreite formaler und informeller Instrumente mit Unternehmen zusammen. Sie setzen am häufigsten auch Anreize in der Form von Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch ein und gestalten ihre Regeln positiv für die Arbeit in, für und mit privaten Unternehmen aus. Als weniger positiv werden von diesen Instituten die Regeln für die Gründung von Spin-offs und allgemein Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen wahrgenommen. Hier scheinen noch weitere Abklärungen notwendig, worin genau Optimierungsbedarf und -potenziale bestehen.
- Die Hälfte aller Institute lässt sich gemäss ihrer Mission als Grundlageninstitute mit Anwendungsorientierung bezeichnen. Sie gehören etwa zu gleichen Teilen Universitäten und dem ETH-Bereich an (und zu 10 % ausseruniversitären Organisationen). Für sie stehen Grundlagenforschung an erster und die Ausbildung von Doktoranden an zweiter Stelle, angewandte F&E und Lehre auf Bachelor- und Masterebene folgen in der Bedeutungsskala. Abgesehen von der angewandten F&E kommerzialisieren diese Institute ihr Wissen ebenso häufig wie die erste Gruppe über Lizenzen oder Spin-offs und verfügen auch über interne Regelungen und eine Organisationskultur, die dies unterstützen. Trotz der expliziten Anwendungsorientierung arbeiten sie aber vergleichsweise wenig in Forschung und Lehre mit Unternehmen zusammen. Grund dafür sind fehlende Erfahrungen sowie Vorbehalte gegenüber der Praxis in Unternehmen und den Anforderungen an Geheimhaltung oder Publikationen. Wenn es gelingt, solche Vorbehalte abzubauen und die Vereinbarkeit von Open Science mit der Arbeit mit Unternehmen zu garantieren, dann wäre dies für den Wissensaustausch ohne Zweifel förderlich.
- Die beiden verbleibenden Typen, Grundlageninstitute mit Ausbildungsmission und anwendungsorientierte Institute mit praktischem Dienstleistungsauftrag, machen zusammen 30 % der Institute aus. In sieben von zehn Fällen sind es Universitätsinstitute. Ihr Fokus liegt neben der Forschung entweder auf der

Lehre oder auf praktischen Dienstleistungen für die Gesellschaft. Sie gehören zu den Naturwissenschaften, der Medizin oder den Agrarwissenschaften und geben mit Abstand die geringste Motivation zur Arbeit mit privaten Unternehmen an. Sie weisen am häufigsten auf ein geringes Interesse privater Unternehmen an ihrer Arbeit, fehlende Kapazitäten, mögliche Konflikte zwischen Wissensaustausch und anderen Aufgaben und interne regulatorische Barrieren hin. Interne Anreize zur Beteiligung im Wissensaustausch sind zwar vorhanden, aber sie zeigen aus den genannten Gründen nur eine geringe Wirkung. Ansatzpunkte zur Steigerung des Wissensaustauschs bestehen in erster Linie über die lehrbasierten Mechanismen (beides Typen der Grundlageninstitute) und zusätzliche Ressourcen (anwendungsorientierte Institute mit Dienstleistungsauftrag).

Das Innovationsökosystem der Schweiz verfügt über eine Vielzahl verschiedener intermediärer Organisationen (IO), die im Auftrag von Bund, Kantonen, Gemeinden, Hochschulen, Wirtschaftsorganisationen, Stiftungen oder anderen gesellschaftlichen Gruppen den Wissensaustausch befördern. Die grösste Bedeutung ordnen die befragten Institute der (finanziellen) öffentlichen Innovationsförderung zu, gefolgt von den Wissens- und Technologietransferstellen. Weitere Organisationstypen werden von 80 bis 90 % der Institute als wenig bedeutend bezeichnet. Sie weisen damit eine geringe Breitenwirkung auf. Es handelt sich um Innovations- oder Wissenschaftsparks, Inkubatoren und Gründerzentren, Fonds oder Zuschüsse für Entwicklung und Kommerzialisierung, kooperative Forschungszentren, Clusterorganisationen und internetbasierte Tools. Die Vielfalt und Fragmentierung der IO ist für dieses Bild mitverantwortlich.

Die Analyse zeigt gleichwohl, dass einzelne IO wichtig sind, auch wenn sie über alle Institute hinweg eher selten genutzt werden: Die Bedeutung von Fonds oder Zuschüssen für Entwicklung und Kommerzialisierung sowie Innovations- oder Wissenschaftsparks aus Sicht der Institute korrelieren positiv mit ihrem Abschneiden bei den Kommerzialisierungsindikatoren (Patente, Lizenzen, Spin-offs). Auch in den Spin-off-Fallstudien wurden positive Leistungen intermediärer Organisationen deutlich.

Bedeutende IO unterscheiden sich von den weniger bedeutenden IO dadurch, dass sie eine etwas stärkere interne Verankerung in der Organisation haben, stärker fachspezifisch und weniger fachübergreifend arbeiten, Kenntnis zu Märkten und Kunden mitbringen und aus Sicht der Wissenschaft interessante Veranstaltungen durchführen. An diesen Ergebnissen und Charakteristiken kann die Arbeit der IO anknüpfen:

- Sie könnten ihre Sichtbarkeit und Wahrnehmung und damit auch ihre Effektivität steigern, wenn sie die häufigen kleinen und unkoordinierten Veranstaltungen durch eine geringere Anzahl grösserer, gemeinschaftlich getragener und hochwertig besetzter Veranstaltungen ergänzen oder sogar ersetzen würden.
- Solche Veranstaltungen sollten fachspezifisch sein, wie auch die anderen Unterstützungs- und Vernetzungsaktivitäten. Die fachliche Fokussierung und der fachspezifische Kompetenzaufbau sollten hohe Priorität in jeder IO erhalten.

- Nicht zuletzt fehlen den Instituten in vielen Fällen die Kenntnisse über und der Zugang zu Kunden und Märkten. Dieses komplementäre Wissen ist aber für erfolgreichen Wissensaustausch essenziell und ebenfalls ein möglicher Beitrag einer IO.
- Nicht nur spezifische fachliche und wirtschaftliche Kenntnisse sind für den Support des Wissensaustauschs wichtig, sondern auch vielfältige rechtliche Kenntnisse und Erfahrungen. Dass IO und Coaches über diese breite Wissensbasis verfügen beziehungsweise qualifizierte von unqualifizierten Coaches und Consultants besser zu unterscheiden sind, kann ein wichtiger Beitrag der Innovationspolitik sein. Weiterbildungsangebote und Zertifizierungen könnten dies leisten.

Die Motivation zum Wissensaustausch ist in den FH-Instituten zweifelsohne am grössten, die weitgehend identisch sind mit den Cluster der Instituten mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung. Die wichtigsten Barrieren, die diese Institute im Wissensaustausch bewältigen müssen, sind fehlende Finanzierung, hohe Belastung durch Lehre oder andere Aufgaben und wenige Ressourcen auf der Seite der Unternehmen. Auch bei den ETH-Instituten ist die Motivation zum Wissensaustausch hoch, aber klar der Grundlagenarbeit und exzellenten Forschung nachgeordnet. Potenzielle Konflikte zwischen diesen Aufgaben und mögliche Beeinträchtigungen der Forschungstätigkeit sind deshalb ernst zu nehmende Vorbehalte gegen den Wissensaustausch. Sie sollten auch gegenüber den Unternehmenspartnern kommuniziert werden, um das Verständnis für die Situation zu erhöhen. Etwa die Hälfte der Universitätsinstitute ähnelt diesen ETH-Instituten.

Die andere Hälfte hat einen Fokus auf Forschung und Lehre oder auf Forschung und praktische Dienstleistungen für die Gesellschaft. Diese Institute bringen im Vergleich die geringste Motivation für den Wissensaustausch mit und schaffen es nur selten, interne Hemmnisse (Belastung durch andere Aufgaben, aufwendige Verfahren im WTT, fehlende Ressourcen und Finanzierung) und externe Barrieren (geringes Interesse der Unternehmen an ihrer Arbeit) zu überwinden. Die ausseruniversitären Institute setzen sich aus sehr unterschiedlichen Organisationen zusammen. Dazu zählt etwa das CERN, das exzellente Forschung in der Grundlagenphysik betreibt und die Grenzen von Wissenschaft und Technik verschieben möchte; oder das CSEM, das Grundlagenforschung in neue Prozesse umwandelt, innovative Produkte entwickelt und Industrie und Gesellschaft bei der Vorbereitung auf die Zukunft unterstützt. Entscheidungslage und Unterstützungsbedarf bezüglich Wissensaustausch hängen stark von diesem Selbstverständnis ab.





Unter dem Begriff Finanztechnologie («FinTech») wird ein breites Spektrum ganz unterschiedlicher, durch Digitalisierung ermöglichter Innovationen im Finanzsektor verstanden. Die technologische Entwicklung in diesen Bereichen, verbunden mit vielfältigen neuen Anwendungsmöglichkeiten, ist ein wesentlicher Treiber von Innovationen im Finanzsektor. Einerseits haben die etablierten Banken begonnen, diese neuen Entwicklungen aufzunehmen. Andererseits haben kreative Persönlichkeiten und Teams die damit verbundenen Möglichkeiten ergriffen und FinTech-Start-ups gegründet. Entstanden ist ein lebendiger und dynamischer Start-up Sektor, unter anderem schwerpunktmässig im Kanton Zug. Bild: Zug Tourismus

TEIL C: STUDIE 6

**Schutz des geistigen Eigentums
und Innovation in der Schweiz**



Zusammenfassung

Die Studie befasst sich mit dem Schweizer System zum Schutz des geistigen Eigentums und der Frage, wie es die Innovation unterstützt. Sie konzentriert sich auf eine bestimmte Art von geistigem Eigentum, nämlich Patente. In der Schweiz sind Patentierungen insgesamt verhältnismässig selten. Aufgrund der Globalisierung von Forschung und Entwicklung werden nur wenige der in der Schweiz entstehenden Innovationen beim Schweizer Patentamt als Prioritätsanmeldung hinterlegt. Schweizerische Patentbewerber melden ihre Patente oft beim Europäischen Patentamt an, um sie später in der Schweiz bestätigen zu lassen. Die für diese Untersuchung befragten Industrievetreter sehen das Patentsystem im Allgemeinen positiv, kritisieren jedoch häufig seine Kosten, Komplexität und Langsamkeit. Sie begrüßen die Schaffung des Bundespatentgerichts.

Die Patentpolitik ist ein wesentlicher Bestandteil der Innovationspolitik. Diese Studie bietet einen hauptsächlich auf drei Quellen gestützten Einblick: Erstens enthält sie eine Übersicht über den rechtlichen Rahmen und die wirtschaftliche Fachliteratur zum Thema geistiges Eigentum. Zweitens liefert sie empirische Informationen über den Stand des Patenschutzes in der Schweiz, und drittens präsentiert sie die Meinung ausgewählter hiesiger Wirtschaftsvertreter zum Schweizer Patentsystem.

Die Überprüfung der Fachliteratur zeigt: In Kernbereichen wie bei pharmazeutischen Produkten kann überzeugend argumentiert werden, dass das Patentsystem die Innovation und letztlich die soziale Wohlfahrt fördert. Man sollte jedoch nicht vergessen, dass sich die positiven Auswirkungen des Patentsystems in einer Branche nicht unbedingt auf die übrigen Wirtschaftszweige übertragen lassen. Des Weiteren sind einige gut dokumentierte Fälle von Patentsystemversagen auf missbräuchliche Patentierungsstrategien einiger Akteure zurückzuführen.

Die quantitative Analyse führt zu drei wichtigen Erkenntnissen:

- 1) Patentierungen sind insgesamt verhältnismässig selten. Nur wenige Unternehmen melden Patente an. Aber wenn sie es tun, dann meistens in grosser Zahl.
- 2) Die Forschung und Entwicklung in der Schweizer Wirtschaft ist stark globalisiert. Viele Unternehmen entwickeln ihre patentierten Innovationen im Ausland. Insgesamt entsteht je ein Viertel der patentierten Innovationen schweizerischer multinationaler Unternehmen in der Schweiz (25 %) und der Europäischen Union (27 %).
- 3) Aufgrund der Globalisierung der Forschung und Entwicklung werden nur wenige der in der Schweiz entstehenden Innovationen tatsächlich beim Schweizer Patentamt als Prioritätsanmeldung hinterlegt. Schweizerische Patentbewerber melden ihre Patente oft beim Europäischen Patentamt (EPA) an, um sie später in der Schweiz bestätigen zu lassen.

Die für diese Untersuchung befragten Industrievetreter sehen das Patentsystem im Allgemeinen positiv, kritisieren jedoch häufig seine Kosten, Komplexität und Langsamkeit. Bei der Frage, ob das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum neu eine materielle Prüfung anbieten soll, sind die Meinungen geteilt. Bei der Innovationsförderung spielen andere Aspekte des Rechts im Bereich des geistigen Eigentums eine Rolle wie beispielsweise das Forschungsprivileg.¹ Laut den Befragten ist das Schweizer Patentsystem diesbezüglich ausgewogen. Auch wurde die Schaffung des Bundespatentgerichts als eine begrüßenswerte Entwicklung betrachtet.

¹ So ist beispielsweise Grundlagenforschung ohne kommerzielle Absichten an einer patentierten Erfindung möglich und verletzt das Patent nicht.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Prof. Stefan Bechtold (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich) und Prof. Gaéтан de Rassenfosse (Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne) verfasst wurde. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBF veröffentlicht (www.sbf.admin.ch).

Inhalt Studie 6

6.1	Einleitung	317
6.2	Bedeutung von Patenten bei der Innovations- förderung	318
6.2.1	Wissen als öffentliches Gut	
6.2.2	Ist Patentschutz für Innovationen entscheidend?	
6.2.3	Legen Patente relevante Informationen offen?	
6.2.4	Kann Patentschutz Innovation behindern?	
6.2.5	Was ist der aktuelle Stand?	
6.3	Quantitative Daten: Die Schweiz als internationaler Technologieführer	326
6.3.1	Einleitende Bemerkung zu Patenten und zur Messung von Innovation	
6.3.2	Starke internationale Ausrichtung von «Schweizer» Unternehmen	
6.3.3	Schweizer Unternehmen sind bei neuen Technologien führend	
6.4	Schlussfolgerungen.	335

6 Schutz des geistigen Eigentums und Innovation in der Schweiz

6.1 Einleitung

Diese Studie befasst sich mit dem Schweizer System zum Schutz des geistigen Eigentums (Intellectual Property, IP-System) und der Frage, wie dieses Innovation unterstützt. Die Studie konzentriert sich auf eine bestimmte Art geistigen Eigentums – Patente – und berücksichtigt verschiedene wirtschaftliche Akteure in der Schweiz, insbesondere multinationale Unternehmen (MNU), kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie Start-ups und Universitäten. In dieser Studie meinen «Schweizerische MNU» Patentinhaber mit mehr als 100 aktiven Patenten und Sitz in der Schweiz.

Um das Schweizer IP-System zu verstehen, muss es in seinem besonderen Umfeld betrachtet werden. Die Schweiz ist eine kleine, offene Volkswirtschaft im Herzen Europas. Die Studie betrachtet die Diskussion vor dem Hintergrund des europäischen und des weltweiten Patentsystems; jedoch macht sie keine Aussagen über die Qualität des europäischen Patentsystems. Obwohl Patentrechte ihrem Wesen nach territorial sind, wird häufig ein gleichzeitiger Patentschutz in der Schweiz und in anderen europäischen Ländern erwirkt. Das Schweizer Patentsystem weist zwar Besonderheiten auf, aber die Zielkonflikte, mit denen die Innovationspolitik bei der Ausgestaltung eines Patentsystems konfrontiert ist, sind oft universell.

Ein Patent ist ein IP-Recht, das für eine technische Erfindung gewährt wird. Es gibt dem Erfinder die Möglichkeit, Dritte daran zu hindern, die patentierte Erfindung ohne Erlaubnis kommerziell herzustellen, zu nutzen, zu verkaufen, zu importieren oder zu vertreiben. Für neue, erfinderische und gewerblich anwendbare Erfindungen wird der Patentschutz in aller Regel für einen Zeitraum von bis zu 20 Jahren gewährt. Auch wenn Patente nicht die einzige Möglichkeit sind, um aus Erfindungen Einkünfte zu generieren, sind sie doch von zentraler Bedeutung für die Kommerzialisierungsstrategie von Unternehmen.

Der Patentschutz ist nur eines unter mehreren IP-Rechten. Anderen wichtige IP-Rechte sind Marken, Designs, Urheberrechte, Herkunftsangaben, Rechte an Pflanzensorten und – in einigen Ländern – Gebrauchsmuster. Obschon alle diese IP-Rechte für Unternehmen wichtig sind, erhält doch das Patentsystem in der Regel in den Medien sowie den fachlichen und politischen Debatten am meisten Aufmerksamkeit.

Die vorliegende Studie beleuchtet das Patentsystem aus einer rechtspolitischen Perspektive. Die Patentpolitik ist ein wichtiger Bestandteil der Innovationspolitik, die in der Studie weit gefasst als Interaktion zwischen politischen und Innovationsprozessen verstanden wird. Die Innovationspolitik beschäftigt sich mit staatlichen Interventionen zur Unterstützung der Wirtschaft bei der Erzeugung, Entwicklung, Übertragung und Vermarktung von Innovationen. Neben dem Patentsystem umfasst die Innovationspolitik unter anderem F&E-Beihilfen und -Subventionen, die

öffentliche Finanzierung von Grundlagenforschung, die staatliche Wirtschaftsförderung und das Steuersystem. Da sich Innovation aus zahlreichen Quellen speist und vielfältige Auswirkungen hat, wird sie auch durch andere Politikbereiche direkt beeinflusst. Dies gilt neben dem Arbeitsrecht insbesondere für die Bildungspolitik (Berufsbildung und tertiäre Bildung), mit der Arbeitskräfte in innovativen Branchen ausgebildet werden.

Für diese Studie müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- 1) Patente sollen technische Erfindungen schützen. Jedoch lassen sich nicht alle Erfindungen in profitable Innovationen verwandeln, und nicht alle Innovationen basieren auf patentierten Erfindungen. Weiterhin stützen sich nicht alle innovativen Unternehmen auf Patente, und nicht alle Unternehmen, die Patente anmelden, sind erfolgreich und innovativ.
- 2) Die Patentpolitik stellt nur einen Aspekt der Innovationspolitik dar. Daher behauptet die Studie nicht, dass die Patentpolitik das einzige oder auch nur das wichtigste staatliche Mittel zur Innovationsförderung sei.

Ansatz

Die Studie basiert einerseits auf einer Analyse der juristischen und ökonomischen Fachliteratur zum Thema geistiges Eigentum, andererseits auf Interviews mit lokalen Wirtschaftsakteuren, die zu ihrer Meinung zum Schweizer Patentsystem befragt wurden. Auch liefert die Studie empirische Informationen über den Stand des Patentschutzes in der Schweiz.

Die ausgewertete Fachliteratur umfasst eine breite Palette von Themen mit direktem IP-Bezug. Die wissenschaftlichen Aufsätze wurden unter Beachtung der Qualität der Zeitschrift, in der sie veröffentlicht wurden, sowie ihrer Zitationshäufigkeit bewertet. Sie wurden anschliessend mit jüngeren Literaturübersichten aus der Fachliteratur verglichen, um etwaige Lücken zu ermitteln. Insgesamt wurden für diese Studie rund 120 Aufsätze ausgewertet.

Bei den Interviews wurde halbstandardisiert die Meinung von 14 Fachleuten aus Schweizer Unternehmen und Universitäten eingeholt. Diese Befragungen beleuchten ausgewählte Aspekte des Schweizer IP-Systems, zeichnen aber kein repräsentatives Bild der Schweizer Industrie.

Aufbau

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 6.2 behandelt die Fachliteratur zur Rolle von Patenten bei der Innovationsförderung. Kapitel 6.3 präsentiert empirische Daten zum Stand des Patentschutzes in der Schweiz. In beiden Kapiteln werden auch Ergebnisse aus den Interviews dargestellt, die für diese Studie geführt wurden. Kapitel 6.4 bietet einen Ausblick auf die Zukunft des Schweizer Patentsystems.

6.2 Bedeutung von Patenten bei der Innovationsförderung

Auf den ersten Blick scheinen die Grundlagen des Patentschutzes eindeutig: Erfinder erhalten ein Patent, um ihre Erfindung zu monetarisieren und so zum technischen Fortschritt in der Gesellschaft beizutragen. Wie sich allerdings im Verlauf dieses Kapitels zeigen wird, ergeben sowohl die theoretische als auch die empirische Forschung ein differenzierteres Bild der Beziehung zwischen Patentschutz und Innovation.

6.2.1 Wissen als öffentliches Gut

Die Rechte am geistigen Eigentum – im Wesentlichen geschützte Patente, Urheberrechte, Marken, Designs, Herkunftsangaben, Pflanzensorten und in einigen Ländern Gebrauchsmuster² – sind Bestandteil moderner Innovationspolitik. Nach der klassischen theoretischen Rechtfertigung wird durch Patentrecht das Problem eines öffentlichen Guts gelöst (Landes & Posner, 2003). Danach ist Wissen ein öffentliches Gut. Wie andere öffentliche Güter zeichnet sich Wissen in Bezug auf seine Verwendung durch Nicht-Rivalität und in Bezug auf den Konsum durch Nicht-Exklusivität aus.

Öffentliche Güter in der Wirtschaftslehre

Öffentliche Güter unterscheiden sich von privaten Gütern dadurch, dass niemand von ihrer Benutzung ausgeschlossen werden kann (Nicht-Exklusivität) und dass ihr Konsum durch eine Person den Nutzen des Guts für andere nicht verringert (Nicht-Rivalität). Klassische Beispiele öffentlicher Güter sind Leuchttürme, nationale Sicherheit, Strassen, saubere Luft und Umwelt, aber auch Wissen.

Der Unterschied zwischen privaten und öffentlichen Gütern lässt sich an folgendem Beispiel erläutern: Wenn jemand einen Apfel in der Hand hält, kann er andere daran hindern, den Apfel an sich zu nehmen (Exklusivität). Wenn er den Apfel gegessen hat, existiert der Apfel nicht mehr (Rivalität). Wenn jemand in einer Welt ohne IP-Rechte Informationen besitzt, kann er andere nicht wirksam daran hindern, die Informationen zu nutzen (Nicht-Exklusivität). Durch die Nutzung von Information wird diese für andere nicht weniger wertvoll (Nicht-Rivalität). In der Praxis sind Ideen und Erfindungen grösstenteils «nicht-rival»: Der wirtschaftliche Wert, den man aus ihnen ziehen kann, nimmt mit der Anzahl der Nutzer ab, aber deutlich weniger stark als bei privaten Gütern.

Ein ganzer Bereich der Wirtschaftslehre hat gezeigt, dass öffentliche Güter zu Marktversagen führen können, weil die Marktteilnehmer keine ausreichenden Anreize haben, solche Güter in einer Marktwirtschaft zu produzieren (Samuelson, 1954; Coase, 1974).

² Gebrauchsmuster werden oft als der «kleine Bruder» des Patentrechts betrachtet. Sie betreffen kleinere Erfindungen, haben eine kürzere Schutzdauer und sind günstiger, einfacher und schneller zu erwirken.

Dies führt zu einem «Trittbrettfahrerproblem» bei öffentlichen Gütern: Konsumenten können von öffentlichen Gütern profitieren, ohne genug zu ihrer Produktion beizutragen. Dadurch haben Produzenten keine ausreichenden Anreize, diese Güter herzustellen.

Marktversagen in der Wirtschaftslehre

Zu einem Marktversagen kommt es, wenn ein Wettbewerbsmarkt nicht zu einer Ressourcenzuweisung führt, die aus einer Gesamtwohlfahrtsperspektive effizient ist. Typische Beispiele von Marktversagen sind öffentliche Güter, Monopole, Informationsasymmetrien und externe Effekte. Marktversagen ist ein wichtiger Grund für staatliche Interventionen in Wettbewerbsmärkte. Dadurch sollen private Anreize mit einer Gesamtwohlfahrtsperspektive abgeglichen werden.

Marktversagen aufgrund öffentlicher Güter kann ein Grund für direkte staatliche Interventionen sein. So kann der Staat Leuchttürme betreiben, für die militärische Verteidigung sorgen oder Universitäten unterhalten, um Wissen zu erzeugen. Bei öffentlichen Gütern muss der Staat die Güter aber nicht selbst produzieren. Vielmehr kann er durch eine Intervention Anreize schaffen, damit andere diese Güter produzieren. Genau dies tun die meisten Länder der Welt im Fall der Wissenserzeugung: Sie schaffen Eigentumsrechte wie Patente und verwandeln dadurch Wissen von einem nicht-exklusiven zu einem exklusiven Gut. Erfinder können ein Patent verwenden, um Wettbewerber von der Nutzung ihrer Erfindung ohne Bezahlung einer Lizenzgebühr auszuschliessen. Die erwarteten Einnahmen aus einem lizenzierten Patent schaffen Anreize für den Erfinder, überhaupt erst erfinderisch tätig zu werden (Landes & Posner, 2003).

Aus ökonomischer Sicht ist das Patentsystem nicht das einzige Instrument, um Marktversagen im Zusammenhang mit der Wissensproduktion zu verhindern. F&E-Beihilfen und -Subventionen senken die Kosten der Wissenserzeugung, die von privaten Marktteilnehmern getragen werden müssen, und machen die Wissenserzeugung so attraktiver. Auch können Auszeichnungen und Preise ein wirksamer Mechanismus zur Innovationsförderung sein (Wright, 1983; Brunt et al., 2012).

Umgekehrt ist die Schaffung von Anreizen für Erfinder nicht das einzige Ziel des Patentsystems. Jedes Patentsystem enthält einen gesellschaftlichen Vertrag zwischen dem Erfinder und der Allgemeinheit: Der Erfinder erhält ein Ausschussrecht, das in Zeit und Umfang beschränkt ist. Im Gegenzug muss er seine Erfindung der Öffentlichkeit über die Patentschrift offenlegen. Dadurch können andere Erfinder die patentierte Erfindung nicht nur nach Ablauf des Patents ungehindert nutzen. Sie können noch während der Laufzeit des Patents von der Erfindung etwas lernen und darauf aufbauen. Ein wichtiger theoretischer Aspekt des Patentsystems betrifft demnach sogenannte Spill-over-Effekte unter Erfindern und die Förderung kumulativer Innovationsprozesse, bei denen Erfinder auf der Arbeit früherer Erfinder aufbauen (Scotchmer, 1991).

6.2.2 Ist Patentschutz für Innovationen entscheidend?

Die Rechtfertigung des Patentschutzes durch die Theorie öffentlicher Güter scheint zwar in sich logisch und überzeugend. Doch es ist aus mindestens vier Gründen schwierig, die praktische Bedeutung dieser Begründung für die Innovationspolitik einzuschätzen:

- 1) Einzelne Erfinder und Unternehmen stützen sich in der Regel nicht nur auf das Patentsystem, sondern auch auf andere Mittel, die Innovationsanreize schaffen.
- 2) Unternehmen verwenden das Patentsystem aus einer Vielzahl von Gründen, die nicht alle mit der Anreizwirkung des Patentsystems zusammenhängen.
- 3) Einige Wirtschaftsbereiche verwenden IP-Rechte nicht als Mittel zum Ausschluss von Wettbewerbern, sondern setzen auf einen offenen Informationsaustausch.
- 4) Die verfügbaren empirischen Studien zur kausalen Wirkung des Patentschutzes auf Innovation ergeben ein uneinheitliches Bild.

In der Folge werden diese vier Gründe näher beleuchtet.

- 1) Der erste Grund bezieht sich auf Alternativen zum Patentsystem: Die Gewährung von Eigentumsrechten wie dem Patent stellt nicht das einzige Mittel dar, mit dem der Staat Anreize für Erfinder schaffen kann.

Wie erwähnt, gibt es noch andere Instrumente als direkte Subventionen, Auszeichnungen und Preise für Erfinder sowie die Möglichkeit einer besonderen steuerlichen Behandlung von IP-Rechten (Chatagyn et al., 2017). Laut einem Industrievertreter, der für diese Studie befragt wurde, ist ein gutes Umfeld der Forschungsförderung (z.B. Forschungsprivileg im Patentrecht)³ eine ebenso wichtige Voraussetzung für Innovation wie die rechtlichen Anforderungen an die Patentierbarkeit. Ein anderer Gesprächspartner schlug vor, in der Schweiz über eine strategische Beschränkung des IP-Schutzes nachzudenken, um auf bestimmten Gebieten zu einem Technologie-Hub zu werden (z.B. für Plattformen, die auf maschinelles Lernen gestützt sind).

Mehrere Interviewpartner erklärten, dass die Patentierungs- und Patentübertragungsstrategie ihres Unternehmens stark von steuerrechtlichen Erwägungen beeinflusst werden. Vor diesem Hintergrund ist klar, dass die aktuellen Diskussionen über eine steuerrechtliche Patentbox grossen Einfluss auf Investitions- und Innovationsanreize und damit auch auf die Ansiedlung innovativer Aktivitäten in der Schweiz durch ausländische Unternehmen haben. Schliesslich haben Interviewpartner die Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte in der Schweiz als strategischen Innovationsvorteil genannt. Hochqualifizierte Mitarbeiter ermöglichen die Entwicklung komplexer und hochwertiger Produkte sowie komplexer Produktionsnetze, die im Wettbewerb entscheidend sind.

Eine umfassende Innovationspolitik muss diese einzelnen Komponenten nicht nur so gut wie möglich ausgestalten. Sie muss auch berücksichtigen, dass diese Komponenten miteinander interagieren und dass Marktteilnehmer strategisch auf diese Interaktion reagieren (Gallini & Scotchmer, 2001; Hemel & Ouellette, 2013, 2019). Zahlreiche Studien, die seit den 1980er Jahren bei innovativen Unternehmen in aller Welt durchgeführt wurden, zeigen, wie begrenzt die Bedeutung des Patentsystems in vielen Wirtschaftszweigen ist. Über Branchen hinweg ist der Patentschutz im Durchschnitt für Unternehmen nicht das wichtigste Instrument für den Schutz von Erfindungen. Gemäss den befragten Unternehmen ist es am wichtigsten, Erfindungen geheim halten zu können und schneller als die Konkurrenz zu sein (siehe zur Übersicht Hall et al., 2014).

Sobald man sich einzelnen Branchen widmet, zeigen sich allerdings grosse Unterschiede. In der pharmazeutischen und chemischen Industrie sowie teilweise bei Medizinalprodukten und im Maschinenbau spielt der Patentschutz eine zentrale Rolle (Hall et al., 2014: 382, 383, 386, 418). Die höchsten Renditen aufgrund von Patenten sind bei Medizinalprodukten, im Biotechbereich und bei Arzneimitteln zu erwarten, gefolgt von Computern, Maschinenbau und Industriechemikalien (Arora et al., 2008). Interviewpartner, die für die vorliegende Studie befragt wurden, bestätigten die zentrale Bedeutung von Patenten im Bereich der Lebenswissenschaften – nicht nur für grosse pharmazeutische Unternehmen, sondern auch für Start-ups. Ohne ein gutes Patent ist es schwierig, in dieser Branche ein erfolgreiches Start-up auf die Beine zu stellen. Allerdings ist zu beachten, dass Umfragen und Interviews zwar wichtige Anhaltspunkte geben, welche Bedeutung Unternehmen dem Patentsystem beimessen. Jedoch können solche Methoden keine endgültige Antwort zu den gesamtgesellschaftlichen Vorteilen des Patentsystems geben.

- 2) Der zweite Grund, warum die praktische Bedeutung des Patentschutzes für Innovationspolitik schwierig zu beurteilen ist, hängt damit zusammen, dass Unternehmen Patente nicht nur anmelden, um sich gegen Nachahmungen zu schützen.

Die für diese Studie Befragten wiesen darauf hin, dass es vielfältige Gründe für eine Patentanmeldung gibt, dass Unternehmen oft ausgeklügelte Patentierungsstrategien verfolgen und sich diese je nach Wirtschaftszweig unterscheiden. Unternehmen setzen unter anderem aus folgenden Gründen auf einen Patentschutz:

- Verteidigung gegen mögliche Patentklagen;
- Aufbau eines Arsenalns von Patenten für Verhandlungen oder Kreuzlizenzierungen;
- Verhinderung einer Patentierung durch Konkurrenten;
- späterer Verkauf eines Patents;
- Vorbereitung des Eintritts in einen ausländischen Markt;
- Gewinnung von Investoren, Angestellten oder Konsumenten (gilt vorallem für kleine Unternehmen).

³ So ist beispielsweise Grundlagenforschung ohne kommerzielle Absichten an einer patentierten Erfindung möglich und verletzt das Patent nicht.

Auch darf nicht vergessen werden, dass viele innovative Unternehmen gar keinen Patentschutz anstreben und viele der eingetragenen Patente später nicht genutzt werden (zu diesen Punkten siehe Blind et al., 2006; Sichelman & Graham, 2010; Torrisi et al., 2016; Hall, 2018; Hall et al., 2014). Entscheidet sich ein Unternehmen, für eine Erfindung keinen Patentschutz zu beantragen, kann es dafür folgende Gründe geben:

- Der wirtschaftliche Wert eines Patents kann gering sein, wenn es für Wettbewerber einfach ist, ein konkurrierendes Produkt zu entwickeln, das keine Patentlizenz erfordert, weil es die patentierte Erfindung umgeht;
- das Unternehmen will seine Erfindung nicht durch eine Patentschrift offenlegen, sondern vielmehr geheim halten;
- prohibitive Kosten der Erlangung und Durchsetzung von Patenten;
- hohe Geschwindigkeit des technischen Fortschritts im Vergleich zur langen Dauer des Patenterteilungsverfahrens;
- die Erfindung des Unternehmens erfüllt nicht alle juristischen Anforderungen an die Patentierbarkeit.

Im IT-Sektor setzen Unternehmen bisweilen IP-Rechte ein, um Software-Plattformen gegen Konkurrenten zu schützen. Dabei bieten sie einen freien Zugang zu Programmierschnittstellen («Application Programming Interfaces» – API) an, um Softwareentwickler zu ermuntern, Anwendungen (Apps) zu erstellen, die auf ihren Plattformen laufen (so z.B. der Ansatz von Googles Android-Betriebssystem für mobile Endgeräte). Weiterhin bestätigen die Interviews, die im Rahmen dieser Studie durchgeführt wurden, dass manche Branchen Geheimhaltung und Offenlegung kombinieren. Im Ingenieurwesen kann die Kombination von Patenten mit einer Strategie zum Schutz von Geschäftsgeheimnissen ein entscheidender Wettbewerbsvorteil sein. Im Bereich der Elektrotechnik ist die Kombination von Patentrechten mit anderen Schutzrechten wie dem Design- oder Urheberschutz weit verbreitet. In der pharmazeutischen Industrie sind Patente zwar von zentraler Bedeutung, aber auch in dieser Industrie gibt es Konstellationen, in denen Erfindungen geheim gehalten werden. Dazu können Plattformtechnologien und Fälle zählen, in denen es schwierig wäre, eine Patentverletzung vor Gericht zu beweisen. Die Tatsache, dass in einer Patentanmeldung die Erfindung offengelegt werden muss, kann auch Auswirkungen auf den Zeitpunkt haben, wann Unternehmen diese einreichen.

- 3) Der dritte Grund, warum die praktische Bedeutung des Patentschutzes für die Innovationspolitik schwierig zu beurteilen ist, betrifft den Austausch von Informationen zwischen Unternehmen. Patente werden von Unternehmen nicht immer verwendet, um Konkurrenten auszuschliessen. Manchmal werden Informationen mit anderen Unternehmen geteilt, um eine Technologie einzuführen.

Im Urheberrecht zum Beispiel wird schutzfähige Software mit vergleichsweise geringen Beschränkungen geteilt: Open-Source-Software. Führende Unternehmen wie IBM und Google haben seit langem wichtige Beiträge zu Open-Source-Softwareprojekten geleistet. Sie haben bei manchen Patenten auf die Durchsetzung

des Patentschutzes verzichtet und sich für ein «offenes Innovationsmodell»⁴ entschieden. Im Open-Source-Bereich werden Immaterialgüterrechte nicht als Eigentumsrecht verwendet, mit dem Konkurrenten ausgeschlossen und Gewinne generiert werden sollen. Manche Industrievereinigungen gewähren eigenen Mitgliedern und anderen Parteien Zugang zu Schlüsselpatenten ihrer Mitglieder. Solche Patentpools sind nicht zwangsläufig Beispiele für ein dysfunktionales IP-System. Vielmehr zeigen sie, dass es Fälle gibt, in denen Inhaber von IP-Rechten beschliessen, die individuelle Kontrolle über diese Rechte aufzugeben, weil sie andere, indirekte und möglicherweise bessere Wege gefunden haben, um Gewinne zu erwirtschaften.

Die Entscheidung, auf die Durchsetzung von IP-Rechten zumindest teilweise zu verzichten, kann eine legitime und sinnvolle Nutzung des IP-Systems darstellen, da dies den Wissenstransfer zu anderen Unternehmen beschleunigen kann (da Silva, erscheint demnächst; Merges, 1996, 2004). Wie Beispiele im IT-Sektor zeigen, können IP-Rechte und Open Innovation nicht gegeneinander ausgespielt werden. Beide Ansätze sind im Innovationsmanagement oftmals komplementär. Nach Laursen & Salter (2014) müssen innovative Unternehmen häufig offen mit vielen externen Akteuren interagieren. Gleichzeitig müssen sie ihre Erfindungen schützen und damit Gewinne erwirtschaften. Diese Situation wird als «Paradox der Offenheit» bezeichnet: Die Schaffung von Innovationen braucht Offenheit, aber ihre Vermarktung braucht Schutz. Laursen & Salter (2014) untersuchen diesen dualen Ansatz des Innovationsmanagements mit einer empirischen Analyse innovativer britischer Unternehmen. Auch sind patentierte Erfindungen nicht zwangsläufig «geschlossene» Erfindungen: Sie können innerhalb eines Systems offener Innovation entstanden sein. Patente können den Technologietransfer zwischen innovativen Unternehmen fördern und dadurch ein System offener Innovation aktiv unterstützen (de Rassenfosse et al., 2016a).

In einigen Branchen scheint der ungehinderte Informationsfluss zwischen Wettbewerbern ein wichtiger Erfolgsfaktor zu sein. Die empirische Erforschung regionaler Innovationscluster wie des Silicon Valleys legt nahe, dass die Bereitschaft von Arbeitnehmern, den Arbeitgeber zu wechseln und dadurch Wissen zwischen Unternehmen zu transferieren, zum Erfolg solcher regionaler Cluster beigetragen haben (Saxenian, 1994; Gilson, 1999; Marx & Fleming, 2012; Marx et al., 2015). Historische Belege deuten ebenfalls darauf hin, dass Länder in unterschiedlichen Entwicklungsstufen von einem tiefen IP-Schutzniveau profitieren können (siehe Moser, 2005, mit der Feststellung, dass die Schweiz bis 1907 über keinen vollständigen Patentschutz verfügte).

- 4) Der vierte Grund, warum die praktische Bedeutung des Patentschutzes für die Innovationspolitik schwierig zu beurteilen ist, hat mit dem methodischem Problem von Kausalitätsnachweisen zu tun.

⁴ Siehe zum Beispiel die «Open Patent Non-Assertion Pledge» von Google, <https://www.google.com/patents/openpledge/pledge>.

Die empirische Erforschung der Wirkungen des Patentsystems musste lange mit methodischen Problemen und der begrenzten Verfügbarkeit von Daten kämpfen (Cohen, 1989: 1061). Dank jüngerer methodischer Fortschritte kann die empirische Industrieökonomie heute die kausale Wirkung staatlicher Interventionen sauber bestimmen (Angrist & Pischke, 2010).⁵ In mehreren Studien wurde beispielsweise untersucht, ob eine Erweiterung des Patentschutzes Forschungsinvestitionen erhöht (Sakakibara & Branstetter, 2001; Lerner, 2009; Budish et al., 2015). Einige dieser Studien weisen auf eine gewisse positive Auswirkung des Patentschutzes auf das Investitionsniveau hin. Sie können einen solchen Zusammenhang aber nicht endgültig beweisen. Dies liegt an der begrenzten Verfügbarkeit von Daten (Williams, 2017).

Bei anderen Studien, die patentierte mit nicht patentierten Erfindungen vergleichen, entstand ein uneinheitliches Bild, welche Auswirkungen Patente auf nachfolgende Innovation haben. Galasso & Schankerman (2015) zeigen, dass Patente nachfolgende Innovationen in den Industriebranchen Computer, Elektronik und Medizinalprodukte behindern, nicht aber bei Medikamenten, Chemikalien und Mechanik. Sampat & Williams (2019) konnten für die Biologie keine relevanten Auswirkungen von Patenten auf nachfolgende Innovationen feststellen. Die Auswirkungen dürften sich nach Wirtschaftszweig, Unternehmensgrösse und anderen Faktoren unterscheiden (Williams, 2017). Die historischen Belege zu den Auswirkungen des Patentschutzes auf Innovation ergeben ebenfalls ein uneinheitliches Bild: Die Wirksamkeit des Patentsystems scheint im 19. und 20. Jahrhundert über alle Wirtschaftszweige hinweg betrachtet stark geschwankt zu haben. Viele Innovationen entstanden ausserhalb des Patentsystems (Moser, 2016).

6.2.3 Legen Patente relevante Informationen offen?

Ein Erfinder muss in seiner Patentanmeldung die Erfindung so weit offenlegen, dass eine sachkundige Person diese reproduzieren kann. Die Offenlegung technischer Informationen soll andere Erfinder in die Lage versetzen, sich in Patentschriften über technische Fortschritte zu informieren. In der Praxis differieren die Einschätzungen, ob das Patentsystem diese Offenlegungs- und Informationsfunktion tatsächlich erfüllt.

Mehrere Studien haben die Offenlegungsfunktion des Patentsystems untersucht, indem sie Erfinder befragten, ob sie die Patentliteratur kennen, die in ihren eigenen Patenten zitiert wurde. Dies ist wichtig, weil viele Patentzitate von Patentanwälten und Patentprüfern hinzugefügt werden. Falls Erfinder die am nächsten liegenden (und folglich in ihren eigenen Patenten zitierten) Patente ihres Gebiets nicht kennen, erscheint es fragwürdig, ob Erfinder tatsächlich etwas durch die Lektüre von Patenten lernen. Der Umkehrschluss ist allerdings auch nicht zwangsläufig richtig: Dass Erfinder einige zitierte Patente kennen, bedeutet nicht, dass sie etwas aus diesen Patenten gelernt haben. Sie könn-

ten diese Patente auch entdeckt haben, nachdem sie auf ihre eigene Erfindung gekommen sind. Nach Jaffe et al. (2000) sowie Duguet und MacGarvie (2005) kennen Erfinder zwar einige der zitierten Patente. Insgesamt stellt die Patentliteratur aber keine Hauptquelle für Erfinder dar, sich über den Stand der Technik zu informieren.

Ein anderer Ansatz wurde kürzlich von Lisa Ouellette verfolgt, die Forscher im Bereich Nanotechnologie befragte. 64 % der Befragten hatten Patente gelesen und 70 % suchten in Patenten nach technischen Informationen. 60 % der Befragten, die Patente aus wissenschaftlichen (und nicht juristischen) Gründen lasen, fanden darin technische Informationen. Für diese Forscher scheinen Patente in einem frühen Stadium eine nützliche Offenlegungsfunktion zu erfüllen. Ouellette weist allerdings auch darauf hin, dass die Offenlegungsfunktion von Patenten erheblich verbessert werden könnte (Ouellette, 2015, 2017).

Die meisten Industrievertreter, die für diese Studie befragt wurden, wiesen auf vielfältige Möglichkeiten hin, sich über neue Entwicklungen in ihrem Fachbereich zu informieren (Messen, Kontakt zu Universitäten, «Reverse Engineering» etc.). Aus diesen Gesprächen ergab sich der allgemeine Eindruck, dass Patentschriften in vielen Branchen kein wichtiges Instrument darstellen, um sich über den Stand der Technik zu informieren. Zumindest für manche Erfinder sind Patentschriften ausserdem schwer zu verstehen.

In manchen Fällen kann das Patentsystem jedoch den Stand der Technik wirksam offenlegen. Einige Interviewpartner gaben an, regelmässig die Patentanmeldungen in ihrem Bereich zu sichten, um über Produktentwicklungen ihrer Konkurrenten informiert zu sein. Diesbezüglich ist der Fall eines Neuenburger Unternehmens besonders interessant. Es verfolgt die Patentliteratur (und andere öffentliche Quellen) genau, um über die neuesten Entwicklungen in der Uhrenindustrie informiert zu sein und diese seinen Mitgliedern aus der Uhrenindustrie mitzuteilen. Dadurch bleiben diese auf dem neuesten Stand der Technik. In der Uhrenbranche stellen Patentschriften eine wichtige Quelle technischer Informationen dar.

6.2.4 Kann Patentschutz Innovation behindern?

Nach einer Analyse der Vorteile des Patentschutzes erscheint fraglich, ob es auch Situationen gibt, in denen der Patentschutz Innovation behindern kann. Aus theoretischer Perspektive könnten verschiedene Nachteile des Patentsystems existieren, von denen im Folgenden sechs näher beschrieben werden: 1) statische Ineffizienzen aufgrund von Monopolen, 2) dynamische Ineffizienzen aufgrund kumulativer Innovationsprozesse, 3) ineffiziente Verallgemeinerungen im Patentsystem, 4) strategisches Verhalten von Patentinhabern, 5) Kosten des Betriebs eines Patentsystems und 6) mögliche negative Auswirkungen des Patentsystems auf Universitäten.

⁵ Zu diesen Methoden gehören Event-Studien, Differenz-von-Differenzen-Analysen, Regressions-Diskontinuitäts-Analysen und Instrumentvariablenansätze. Sie werden zunehmend zur Erforschung des Patentsystems eingesetzt.

1) Statische Ineffizienzen aufgrund von Monopolen

Der Inhaber eines Patents kann einen Preis verlangen, der höher ist als der hypothetische Marktpreis, der sich auf einem Wettbewerbsmarkt bilden würde. Die wirtschaftliche Analyse von Monopolen zeigt, dass Preise, die über dem Wettbewerbspreis liegen, gesellschaftliche Kosten haben können.

Monopole in der Wirtschaftswissenschaft

In der klassischen Wirtschaftslehre besteht ein Monopol, wenn ein Verkäufer der einzige Anbieter eines bestimmten Guts ist. Im Vergleich zu einem Verkäufer in einem Markt mit vollkommenem Wettbewerb wird der Monopolist bei der Festsetzung des Preises für sein Gut nicht durch seine Konkurrenten eingeschränkt. Vielmehr legt er den Preis über seinen Grenzkosten so fest, dass er seinen Gewinn maximiert. Dadurch zahlen Konsumenten einen höheren Preis, als dies auf einem Markt mit vollkommenem Wettbewerb der Fall wäre. Reine Monopole sind in Wirklichkeit ebenso selten (die bloße Androhung des Markteintritts kann Monopolisten veranlassen, ihre Preise zu senken) wie Märkte mit vollkommenem Wettbewerb. Monopolmärkte sind durch höhere Preise geprägt. Dadurch drängt der Monopolist Konsumenten aus dem Markt. Diese würden die Ware zu dem tieferen Wettbewerbspreis kaufen, sie sind jedoch nicht bereit, den höheren Monopolpreis zu bezahlen. Folglich verkauft der Monopolist im Vergleich zu einem Markt mit vollkommenem Wettbewerb geringere Mengen des Guts zu einem höheren Preis. Dieser Wohlfahrtsverlust («Deadweight Loss») ist ein Marktversagen, das durch das Monopol verursacht wird.

Nicht alle Patente führen zu einem Monopol im ökonomischen Sinn. Solange es nahe Ersatzprodukte für das patentierte Produkt oder Verfahren gibt, führt ein Patent nicht zu einem Monopol. Wenn es keine solche nahen Ersatzprodukte gibt, kann ein Patent allerdings zu einem Wohlfahrtsverlust führen: Der Erfinder kann dank des Patentschutzes für sein Produkt einen Preis verlangen, der über dem Wettbewerbspreis liegt. Dadurch sinkt die Anzahl der Konsumenten, die bereit sind, das Produkt zu kaufen. Auch wenn der Patentschutz in einer solchen statischen Betrachtungsweise soziale Kosten verursachen kann, bedeutet dies nicht, dass das Patentsystem abgelehnt werden sollte. Wie oben beschrieben, wäre die Erfindung ohne Patentschutz eventuell gar nie entstanden. Dies hätte noch grössere Wohlfahrtsverluste zur Folge als der durch ein Monopol entstehende.

Die Schlussfolgerung aus der Monopolanalyse für das Patentsystem kann daher nicht lauten, dass das Patentsystem abgeschafft werden sollte. Die Analyse zeigt nur, dass Patente in Umfang oder Dauer nicht zu weit gefasst werden sollten. Denn ein zu starker Patentschutz kann Konsumenten und der Gesellschaft insgesamt schaden. Die Analyse zeigt auch, wie wichtig eine ausreichende Qualität im Patenterteilungsverfahren ist: Wenn Patente für triviale Erfindungen gewährt werden, die auch ohne Patentschutz entwickelt worden wären, greift die Begründung für

den Patentschutz (Schaffung von Anreizen für Erfinder) nicht. Aus einer Wohlfahrtsperspektive sollten Patente idealerweise nur für Erfindungen gewährt werden, die ohne Patentschutz nicht entstanden wären. Wenn eine Erfindung ohnehin entwickelt worden wäre, gibt es keinen ökonomischen Grund, Konsumenten Kosten in Form eines Monopolpreises aufzuerlegen. Patente auf triviale Erfindungen mögen die Gewinne ihrer Erfinder erhöhen, führen aber zu keiner Wohlfahrtssteigerung. Da es in der Praxis unmöglich ist, triviale von nicht-trivialen Erfindungen zu unterscheiden, legt das Patentrecht eine gewisse Erfindungshöhe fest, die für einen Patentschutz erreicht sein muss.

Schlechte Patentsysteme können wohlfahrtsschädlich sein (de Rassenfosse et al., 2016b). Neuere empirische Untersuchungen haben auf den erheblichen Anteil von Patenten hingewiesen, die von Patentämtern erteilt, aber nachträglich widerrufen werden (Henkel & Zischka, 2018; Weatherall & Jensen, 2005; Helmers & McDonagh, 2013). Dies könnte darauf hinweisen, dass manche Patentämter das Patentsystem mit zu vielen minderwertigen Patenten überschwemmen. Dabei bestehen allerdings erhebliche Unterschiede zwischen Patentämtern (de Rassenfosse et al., 2016b).⁶ Auch mehrere Interviewpartner, die für diese Studie befragt wurden, äusserten sich kritisch zum aktuellen Patentsystem: Es würden viele Patente gewährt, die keinen bleibenden Wert schafften, sondern nur das System überfrachteten.

2) Dynamische Ineffizienzen aufgrund kumulativer Innovationsprozesse

Die zweite Art möglicher Nachteile des Patentsystems sind dynamische Ineffizienzen. Der Patentschutz hat nicht nur Auswirkungen auf Konsumenten, die von einer Erfindung profitieren möchten, sondern auch auf andere Erfinder, die auf der patentierten Erfindung aufbauen wollen. Im Vergleich zu einer Welt ohne Patente erhöht der Patentschutz die Kosten für nachfolgende Erfinder. Diese benötigen vom ursprünglichen Erfinder eine Lizenz, um dessen Erfindung zu verbessern. Im Fall kumulativer Technologien, die auf einer hohen Anzahl bestehender Patente aufbauen, können sich diese Lizenzkosten schnell summieren. Dabei geht es sowohl um monetäre Kosten (in Form von Lizenzgebühren) als auch um Transaktionskosten (wie die Ermittlung der ursprünglichen Erfinder und die Vertragsverhandlungen).⁷

Bei der Ausgestaltung eines optimalen Patentschutzes muss daher zwischen statischen und dynamischen Ineffizienzen abgewogen werden. Besonders wichtig ist dies in Bereichen, die von kumulativen Innovationsprozessen geprägt sind. Aus statischer Sicht mag ein starker Patentschutz wünschenswert erscheinen, da dadurch Anreize für Erfindungen geschaffen werden. Aus dynami-

⁶ Mithilfe von Daten über Widerspruchsverfahren schätzen Henkel und Zischka (2018), dass rund 80 % der in Deutschland in Kraft getretenen Patente ungültig sind. Andere Untersuchungen gelangen allerdings zu tieferen Raten (z.B. Weatherall und Jensen, 2005, sowie Helmers und McDonagh, 2013), liegen jedoch immer noch bei über 50 %.

⁷ Um die starke Fragmentierung von Patenten zwischen verschiedenen Marktteilnehmern zu bewältigen, haben einige Branchen sogenannte Patentpools geschaffen, siehe z.B. Shapiro (2000).

scher Sicht mag dagegen eine Beschränkung des Patentschutzes wünschenswert erscheinen, um die Belastung für nachfolgende Erfinder zu minimieren (Scotchmer, 1991). Eine Beschränkung des IP-Schutzes kann auch aus einer makroökonomischen Wachstumsperspektive wünschenswert sein, da ein zu starker Patentschutz das Wirtschaftswachstum bremsen kann (Acemoglu & Akcigit, 2012).

Ein verwandtes Problem betrifft Folgerfindungen, die auf einer patentierten Erfindung aufbauen, ohne diese zu lizenzieren. Es existieren verschiedene Fälle, in denen eine patentierte Erfindung einem anderen Erfinder, der auf der Erfindung aufbauen will, nicht zur Verfügung steht: Entweder entscheidet sich der ursprüngliche Patentinhaber, keine Lizenzen zu erteilen (vielleicht entscheidet er sich sogar, das Patent auch selbst nicht zu nutzen und damit die Technologie de facto zu unterdrücken, siehe Tyler 2014), oder nachfolgende Erfinder, die sich für die patentierte Erfindung interessieren, schliessen aus Wettbewerbsgründen keine Lizenzvereinbarung mit dem ursprünglichen Patentinhaber ab. In solchen Fällen kann es problematisch sein, dass die ursprüngliche patentierte Erfindung nicht effektiv genutzt wird. Dies kann aber auch neue Innovationen auslösen und die technische Vielfalt erhöhen, weil Konkurrenten gezwungen sein können, neue technische Lösungen zu entwickeln, welche die nicht lizenzierten patentierten Erfindungen umgehen (Buccafusco et al., 2017).

Innovationen um bestehende Patente herum

Ein gutes Beispiel ist der Markt für Hochspannungsanlagen. Das Schweizer Unternehmen ABB stellt gasisolierte Hochspannungsschalter her, bei denen für Isolation und Lichtbogenunterbrechung eine Gasmischung verwendet wird. Früher wurde SF₆ als Isolationsgas verwendet. Da SF₆ ein starkes Treibhausgas ist, musste ein Ersatz entwickelt werden. ABB entwickelte gemeinsam mit dem Unternehmen 3M eine neue Gasmischung (Fluorketon). ABB erhielt im Laufe der Zeit über 100 Patente, welche die Verwendung dieser Gasmischung für Hochspannungsanlagen schützen. In dieser Situation konnten die Wettbewerber entweder versuchen, ABBs Patente zu lizenzieren, oder sie konnten alternative Lösungen entwickeln, die sich nicht auf von ABB patentierte Erfindungen stützen. Nach und nach gelang es den Konkurrenten, Hochspannungsschalter zu erfinden, die nicht auf Fluorketonen basieren, aber genauso umweltfreundlich sind. Solche Erfindungen zur Umgehung bestehender Patente können einerseits den technischen Fortschritt befördern und andererseits die Bandbreite von Lösungen für ein technisches Problem erhöhen.

3) Ineffiziente Verallgemeinerungen im Patentsystem

Eine dritte Art möglicher Nachteile des Patentsystems beruht auf Verallgemeinerungen im Patentsystem – oder auch auf mangelnden Verallgemeinerungen. Das Patentrecht unterscheidet üblicherweise nicht zwischen Industriesektoren und Technologiebereichen. Dauer, Umfang und Durchsetzung von Patenten sind in der Regel in allen Branchen gleich.

Von dieser Regel gibt es mehrere Ausnahmen. In der Pharmabranche können ergänzende Schutzzertifikate sowie Daten- und Vermarktungsschutz de facto zu einer Verlängerung des Patentschutzes führen. Allgemein sind abstrakte Ideen nicht patentierbar. Folglich schliesst das Europäische Patentübereinkommen (EPÜ) neue Geschäftsmethoden per se von der Patentierbarkeit aus. Auch in den USA wurde die Patentierbarkeit von Geschäftsmethoden durch jüngere Urteile des obersten Gerichtshofs stark eingeschränkt.⁸ In der Softwarebranche schliesst das EPÜ Computerprogramme von der Patentierbarkeit aus. Jedoch können Computerprogramme patentierbar sein, wenn deren technischer Beitrag über die normale physische Wechselwirkung zwischen Programm (Software) und Computer (Hardware) hinausgeht.

Abgesehen von solchen speziellen Regelungen differenziert das Patentsystem im Allgemeinen aber nicht nach Technologien oder Wirtschaftsbranchen. Ein ideales Patentsystem müsste verschiedenen Industriebranchen unterschiedliche Anreize bieten. Zwar haben Gerichte branchenspezifische Unterscheidungen in das Patentrecht eingeführt (Burk & Lemley, 2009; van Overwalle, 2011). Jedoch hat das heutige Patentsystem noch kein optimales Differenzierungsniveau erreicht. Auch einige Industrievertreter, die für diese Studie befragt wurden, plädierten dafür, das Patentsystem stärker auf individuelle Wirtschaftszweige zuzuschneiden. Als Beispiel mag die Pharmabranche dienen. Selbst wenn man die Schutzfristverlängerung durch ergänzende Schutzzertifikate berücksichtigt, kann die effektive Schutzdauer für ein Medikament aufgrund arzneimittelrechtlicher Vorgaben mehrere Jahre kürzer sein als in der Maschinenbauindustrie.

Ob das Patentsystem auf bestimmte Branchen zugeschnitten werden sollte, ist allerdings eine umstrittene Frage. Einige der für die Studie Befragten äusserten sich zurückhaltend. Nach ihrer Ansicht wäre es sehr schwierig, im Patentrecht Differenzierungen zwischen Technologiebereichen zu schaffen, die einfach um- und durchzusetzen sind. Auch betonten einige der Befragten, dass das bestehende Patentsystem auf eine gewisse Art schon für unterschiedliche Branchen massgeschneidert sei: In Branchen mit kurzen Produktlebenszyklen veralten Erfindungen schneller. Dadurch verringert sich hier der wirtschaftliche Wert von Patenten, was zu einer uneinheitlichen Patentdauer über alle Branchen hinweg beiträgt.

4) Strategisches Verhalten von Patentinhabern

Eine vierte Art möglicher Nachteile des Patentsystems besteht in der Möglichkeit missbräuchlichen strategischen Verhaltens. Ein zu starker Patentschutz kann zu sogenannten Patentrennen führen, bei denen Unternehmen übermässig in F&E investieren, um als Erste einen Patentschutz zu erlangen. Patentrennen können zu einer Verdoppelung von Forschung und Entwicklung in verschiedenen Unternehmen führen, was gesamtwirtschaftlich unsinnig sein kann. In Branchen, in denen neue Produkte die Lizenzierung

⁸ *Bilski v. Kappos*, 561 U.S. 593 (2010), *Alice Corp. v. CLS Bank Int'l*, 573 U.S. 208 (2014).

vieler bestehender, sich überschneidender Patente erfordern (typischerweise im IT-Sektor), können sogenannte Patent-Dickichte (Patent Thickets) zu einem Zusammenbruch von Lizenzierungsmärkten aufgrund hoher Transaktionskosten, hoher aggregierter Lizenzierungskosten (Royalty Stacking) und strategischen Verhaltens führen. Patentpools können unterschiedliche wettbewerbliche Auswirkungen haben. Sogenannte Non-Practicing Entities (auch als Patentrolle bezeichnet) setzen Patente weit über deren eigentlichen Wert hinaus durch, ohne selbst Waren herzustellen oder Dienstleistungen zu erbringen.

Diese Studie kann die empirische Bedeutung und die gesellschaftlichen Auswirkungen solcher Phänomene nicht im Einzelnen darstellen (siehe z.B. Comino et al., 2019). Es darf jedoch nicht überraschen, dass Unternehmen das Patentsystem einsetzen, um eigene Interessen in einer Art zu fördern, die möglicherweise nicht mit dem gesamtgesellschaftlichen Interesse am Patentsystem als Innovationsmotor übereinstimmt. Daher muss das Patentsystem ständig angepasst und nachjustiert werden, um die Folgen strategischen Verhaltens von Unternehmen bewältigen zu können.

5) Kosten des Betriebs eines Patentsystems

Eine fünfte Art möglicher Nachteile des Patentsystems betrifft den Aufwand für seinen Betrieb. In der Regel tragen Patentinhaber und mitunter Beklagte in Patentverletzungsverfahren diese Kosten. Die Gebühren, die ein Patentinhaber an das Institut für Geistiges Eigentum (IGE) zur Aufrechterhaltung eines Patents während der gesamten Laufzeit bezahlt, betragen weniger als CHF 10 000. Die Anmeldegebühr beträgt CHF 200, während sich die Recherche- und Prüfungsgebühr auf mindestens CHF 1000 belaufen. Die Honorare für Anwälte können je nach Komplexität der zu schützenden Technologie stark schwanken. Nach Schätzungen liegen sie für eine Patentanmeldung zwischen CHF 5000 und 15 000. Die Kosten zur Durchsetzung eines Patents können Hunderttausende oder in langwierigen und komplexen Fällen gar Millionen von Schweizer Franken betragen. Die Rechtsdurchsetzungskosten unterscheiden sich je nach Rechtsordnung, wobei die Kosten in den USA besonders hoch sind.

Industrievertreter kleiner und grosser Unternehmen, die für diese Studie befragt wurden, erwähnten häufig, das Patentsystem sei prohibitiv teuer und halte kleine Unternehmen mitunter von einer Patentierung ab. Um eine Erfindung in mehreren Rechtsordnungen zu schützen, kumulieren sich Gebühren von Patentämtern und Anwaltshonorare. Die Durchsetzung von Patenten vor Gericht verbietet sich oft aus Kostengründen. Auch ist das Patentsystem für Unternehmen, die noch nie mit dem System in Berührung gekommen sind, sehr komplex und schwer verständlich.

Die Ausgestaltung des Patentsystems kann sich unmittelbar auf seine Betriebskosten auswirken. Da das IGE keine Vollprüfung von Patentanmeldungen durchführt (siehe Kasten «Unterschiedliche Wege zum Patent in der Schweiz»), kann die Schweiz ein vergleichsweise schlankes Patentsystem anbieten. Interviewpartner waren geteilter Meinung, ob das Schweizer Patentsystem zu einer

Vollprüfung wechseln sollte. Manche begrüßten diesen Vorschlag, weil er folgende Vorteile bringen würde:

- Die Anzahl minderwertiger Patente, die in dem Sinne opportunistisch beantragt werden, dass die Erfindungen auch ohne Patentsystem gemacht worden wären, könnte verringert werden.
- Der Ruf des Schweizer Patentsystems könnte verbessert werden.
- Die Schweiz könnte möglicherweise ein Patenterteilungsverfahren anbieten, das schneller als das vom EPA angebotene Verfahren sei.
- Das Schweizer Patentsystem könnte international akzeptierte Patentboxen leichter integrieren, die in naher Zukunft in das Schweizer Steuerrecht aufgenommen werden.
- KMU könnten profitieren, da es für diese Unternehmen zu teuer sein kann, ein Patent beim EPA zu beantragen.

Andere Interviewpartner sahen aus folgenden Gründen keine Notwendigkeit für einen Wechsel zur Vollprüfung:

- Es sei bereits jetzt möglich, über das Patenterteilungsverfahren beim EPA ein Patent zu erhalten, das vollumfänglich geprüft und in der Schweiz wirksam sei. Mehr als 90 % der in der Schweiz wirksamen Patente sind denn auch vollumfänglich geprüft worden.
- Die Einführung einer Vollprüfung würde der Entwicklung in manchen anderen Ländern widersprechen. Seit der Einführung einer Vollprüfung durch das EPA besteht in verschiedenen Ländern die Tendenz, nationale ungeprüfte Schutzrechte zu schaffen.
- Es könnte im Eigeninteresse des IGE und der Schweizer Patentanwälte liegen, das Schweizer Patentsystem durch eine Vollprüfung auszubauen.
- Der Aufbau eines hochwertigen Prüfsystems sei kostspielig und werfe Fragen zum Kosten-Nutzen-Verhältnis auf.
- Eine Patentanmeldung beim IGE sei für manche global ausgerichtete Unternehmen nicht vorrangig.

Das Patentsystem kann auch Kosten verursachen, wenn es um die Durchsetzung von Patenten geht. Nach einigen für diese Studie Befragten sind Streitfälle oftmals teuer und langwierig. Gegen ein beim EPA angemeldetes und in der Schweiz bestätigtes Patent kann im Nachhinein Widerspruch eingelegt werden, gegen den Widerspruchsentscheid kann ein Rechtsmittel eingelegt werden, und wenn das Patent durch das EPA aufrechterhalten wird, kann es auf nationaler Ebene zu Rechtsstreitigkeiten kommen. Das gesamte Verfahren zur Klärung der Frage, ob ein Patent durchsetzbar ist, kann nach einem Gesprächspartner neun bis zehn Jahre seit Erteilung des Patents dauern. Ein weiterer Gesprächspartner wies darauf hin, dass das 2012 geschaffene Bundespatentgericht die Attraktivität der Schweiz als IP-Hub erhöhen könnte. Seiner Meinung nach sollte sich das Gericht durch rasche und verlässliche Entscheide positionieren, die die Parteien für die Beilegung ihrer Streitigkeiten in anderen Rechtsordnungen nutzen können.

6) Mögliche negative Auswirkungen des Patentsystems auf Universitäten

Eine sechste Art möglicher Nachteile des Patentsystems betrifft die Auswirkungen auf Universitäten. Die Möglichkeit, dass Forscher für ihre Erfindungen Patentschutz erhalten können, hat weltweit die Erwartung an Universitäten erhöht, ihr Patentportfolio zu bewirtschaften und so neue Finanzierungsquellen zu erschliessen. Interviewpartner, die für diese Studie befragt wurden, wiesen jedoch darauf hin, dass universitäre Technologietransferstellen ihre Hauptrolle oft nicht darin sehen, einen wesentlichen Beitrag zum Universitätshaushalt zu leisten. Auch wenn manche amerikanischen Spitzenuniversitäten erhebliche Einnahmen aus Patentlizenzen gewinnen, stammen diese Erträge häufig von einem oder zwei Blockbuster-Patenten und nicht aus einem breiten Patentportfolio. Auch liegen Forschern, die sich auf Grundlagenforschung konzentrieren, Vermarktungs- und Patentierungsüberlegungen oftmals fern.

Damit stellen Patenterträge für Universitäten in der Regel keine stabile und bedeutende Einnahmequelle dar. Ein Gesprächspartner verglich die Finanzierung von Universitäten durch Patenterträge mit einer Lotterie, weil das Lizenzierungsgeschäft schwer vorherzusehen sei. Auch generieren viele universitäre Technologietransferstellen in Europa und den USA Kosten. Ihre wichtigste Rolle liegt darin, den Wissenstransfer von Universitäten in die Gesellschaft zu unterstützen, junge Unternehmer und Start-ups zu beraten und die Zusammenarbeit zwischen der Universität, KMU und MNU zu erleichtern. Dennoch ist es wichtig, dass Forscher an Forschungsuniversitäten sich nicht nur auf ihre wissenschaftliche Fragestellung konzentrieren, sondern auch mit den notwendigen Instrumenten ausgerüstet werden, um ihre Erfindungen in innovative Produkte zu verwandeln.

6.2.5 Was ist der aktuelle Stand?

Während die grundlegenden theoretischen Argumente zur Begründung des Patentsystems seit Langem bekannt sind, hat sich deren empirische Überprüfung als schwierig erwiesen. Vor 60 Jahren schrieb der Wirtschaftswissenschaftler Fritz Machlup in einem Bericht an den amerikanischen Kongress die berühmten Worte:

«Kein Wirtschaftswissenschaftler könnte nach dem Stand der gegenwärtigen Kenntnis mit Sicherheit sagen, dass das Patentsystem, so wie es funktioniert, der Gesellschaft einen Nettogewinn oder einen Nettoverlust bringt. [...] Wenn wir kein Patentsystem hätten, wäre es gestützt nach dem Stand der gegenwärtigen Kenntnis über seine wirtschaftlichen Auswirkungen verantwortungslos, seine Einführung zu empfehlen. Da wir aber seit Langem ein Patentsystem haben, wäre es nach dem Stand der gegenwärtigen Kenntnis verantwortungslos, seine Abschaffung zu empfehlen.» (Machlup, 1958).

Selbst 60 Jahre später kann die wissenschaftliche Fachliteratur keine endgültige Antwort auf die Frage geben, ob das Patentsystem die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt fördert. Einige Akademiker haben eine starke Meinung für oder gegen das Patentsystem (siehe zum Beispiel Haber, 2016, sowie Boldrin & Levine, 2013). Dennoch bleiben die harten empirischen Belege unbefriedigend. Die MIT-Ökonomin Heidi Williams betonte in einer kürzlich erstellten Literaturübersicht, dass «wir im Grunde genommen über keine glaubwürdigen empirischen Belege zu der scheinbar einfachen Frage verfügen, ob stärkere Patentrechte – längere Patentlaufzeiten oder umfangreichere Patentrechte – Forschungsinvestitionen in die Entwicklung neuer Technologien fördern» (Williams, 2017).

Dies bedeutet allerdings nicht, dass das gegenwärtige Patentsystem abgeschafft oder radikal reformiert werden sollte. Die unvollständige Datenlage kann auf Folgendes zurückzuführen sein:

- Daten, die notwendig wären, um die grosse Frage nach dem Nutzen des Patentsystems zu beantworten, existieren entweder nicht oder stehen unabhängigen Forschern nicht zur Verfügung.
- Die verfügbaren Forschungsmethoden zur Ermittlung der Kausalität zwischen staatlichen Interventionen und wirtschaftlichen Resultaten sind unzureichend sind.
- Es ist praktisch unmöglich, eine Wohlfahrtsanalyse des Patentsystems im Allgemeinen durchzuführen, da seine Wirkung wahrscheinlich hinsichtlich Branchen, Zeit, Länder, Rechtsordnungen und vieler anderer Faktoren höchst unterschiedlich ist. Eine solche Analyse wird ausserdem dadurch erschwert, dass die Nutzung des Patentsystems Auswirkungen auf Markteintritt, Industriestruktur sowie technischen Fortschritt an sich hat.

Es verbleibt der Eindruck, dass in wichtigen Bereichen wie den Lebenswissenschaften überzeugende Zeichen bestehen, dass das Patentsystem Innovation und letztlich die gesellschaftliche Gesamtwohlfahrt fördert. Es gibt mehrere Gründe, warum die Lebenswissenschaften (einschliesslich der Pharmabranche) im Vergleich zu anderen Branchen besonders vom Patentsystem profitieren können. Erstens sind die F&E-Kosten in diesem Bereich besonders hoch, so dass Instrumente zur Finanzierung von Investitionskosten von zentraler Bedeutung sind. Zweitens sind Arzneimittel in der Regel unabhängige Produkte, die oft eine klare Verbindung zwischen einem Patent (oder einer begrenzten Anzahl klar definierter Patente) und einem Medikament aufweisen. Drittens spielen kumulative Innovationsprozesse in dieser Branche im Vergleich zu anderen Branchen eine geringere Rolle und betreffen eine geringere Anzahl von Unternehmen. Dadurch sind manche möglicherweise schädlichen Auswirkungen des Patentsystems weniger relevant.

Wie ausgeführt, lassen sich die positiven Auswirkungen des Patentsystems in einer Branche nicht unbedingt auf andere Wirtschaftszweige übertragen. Auch hat die Innovationspolitik viele unterschiedliche Möglichkeiten, Innovationstätigkeiten zu fördern. Daher wird sich Patentpolitik auch in Zukunft in einem Umfeld bewegen, in dem die harten empirischen Belege zur Effektivität dieser Politik beschränkt sind. Die wissenschaftliche Diskussion zum Nutzen des Patentsystems wird auf internationaler Ebene

geführt. Angesichts der starken Harmonisierung der nationalen Patentsysteme lassen sich viele der Ergebnisse dieser Debatte auch auf die Schweiz übertragen. Dennoch stehen für die Schweiz nur begrenzte Daten zur Verfügung.⁹

6.3 Quantitative Daten: Die Schweiz als internationaler Technologieführer

Dieses Kapitel stellt Daten vor, mit denen zwei Aspekte des Schweizer Patentsystems veranschaulicht werden sollen.¹⁰ Erstens werden die Patentierungs- und Forschungsaktivitäten in der Schweiz durch eine Reihe von Unternehmen geprägt, die sehr international ausgerichtet sind. Die Schweiz gilt als kleine, offene Volkswirtschaft, was sich auch in Patentdaten widerspiegelt. Zweitens ist die Schweiz ein innovatives Land an der Spitze der Forschung. Ihre führende Rolle bei neuen Technologien schlägt sich auch in Patentdaten nieder.

Diese beiden Aspekte sind wichtig, um die Rolle von Patenten in der Schweiz zu verstehen. Da innovative Unternehmen sehr international ausgerichtet sind, ist ihre Patentierungsstrategie im Allgemeinen global. Das Schweizer Patentsystem allein hat folglich nur begrenzte Auswirkungen auf die Forschungsanreize und -aktivitäten von Schweizer Unternehmen. Dass die Schweiz eine Innovationsführerin ist, bestätigt ausserdem die Bedeutung schweizerischer und ausländischer Patentrechte für Schweizer Firmen.

6.3.1 Einleitende Bemerkung zu Patenten und zur Messung von Innovation

Bevor beide Aspekte vermessen werden, sei zur Vorsicht bei Innovationsanalysen gemahnt, die sich auf Patentdaten stützen. Innovation kann im Wesentlichen auf zwei Arten gemessen werden: Erstens an der Quelle durch Daten wie den Anteil neuer Produkte am Umsatz oder die Anzahl der von einem Unternehmen angemeldeten Patente; zweitens durch die Auswirkungen von Innovation mit Daten wie dem Anstieg der Lebenserwartung oder anderen Hinweisen auf die Lebensqualität in einer Gesellschaft.

Patente schützen Erfindungen und können daher als Schritt zwischen Forschung und Entwicklung, die dem Innovationsprozess vorgelagert sind, und Innovation betrachtet werden. Mehrere Gesprächspartner, die für diese Studie befragt wurden, äusserten sich kritisch zu empirischen Messungen der Innovationstätigkeit auf Basis von Patentdaten. Wenn ein Patent erteilt wurde, bedeutet

dies nicht, dass die patentierte Erfindung zu einem wirtschaftlich erfolgreichen Produkt geführt hat. Ausserdem gibt es keine unmittelbare Beziehung zwischen Patenten und Innovation: Es kann viele Patente pro Innovation geben. Auch kann ein Patent für mehrere Innovationen verwendet werden. Ausserdem darf nicht vergessen werden, dass Patenterteilungen insgesamt seltene Ereignisse sind. Nur wenige Unternehmen melden Patente an, aber wenn sie es tun, dann meistens in grosser Zahl.

Abbildung C 6.1 und Abbildung C 6.2 bieten einen Überblick über die Patentierungsaktivitäten von Schweizer Unternehmen. Die Daten stammen aus dem Bericht «Entwicklung der Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft 1997–2014» (Arvanitis et al., 2017b) und zeigen den Anteil von Unternehmen, die nach eigenen Angaben im Erhebungszeitraum (1997–1999 bis 2012–2014) mindestens ein Patent angemeldet haben. Abbildung C 6.1 zeigt, dass 20 bis 25 % der Schweizer Unternehmen in Hochtechnologiebranchen Patente anmelden, während dieser Anteil Unternehmen in anderen Technologiebranchen bei nur 5 bis 10 % liegt und bei Dienstleistungsunternehmen 0 bis 5 % beträgt. In Bezug auf die Unternehmensgrösse zeigt Abbildung C 6.2, dass grosse Firmen am häufigsten (20–25 %) Patente anmelden, gefolgt von KMU (rund 10 %) und ganz kleinen Unternehmen (unter 5 %).

6.3.2 Starke internationale Ausrichtung von «Schweizer» Unternehmen

Dieses Kapitel beschreibt die internationale Ausrichtung von Schweizer Patentinhabern in zwei Dimensionen: der Herkunft der Erfinder und der Nutzung ausländischer Patentsysteme. Dabei konzentriert sich das Kapitel auf die grössten Patentinhaber.

Ursprung der Erfindungen von Schweizer Unternehmen

Tabelle C 6.1 gibt eine Übersicht über die Patentportfolios grosser Schweizer Patentinhaber (mehr als 100 aktive Patente). Sie umfasst 65 MNU, drei Universitäten (EPFL, ETH Zürich und Universität Zürich) sowie zwei F&E-Einrichtungen (Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique und Paul Scherrer Institut).

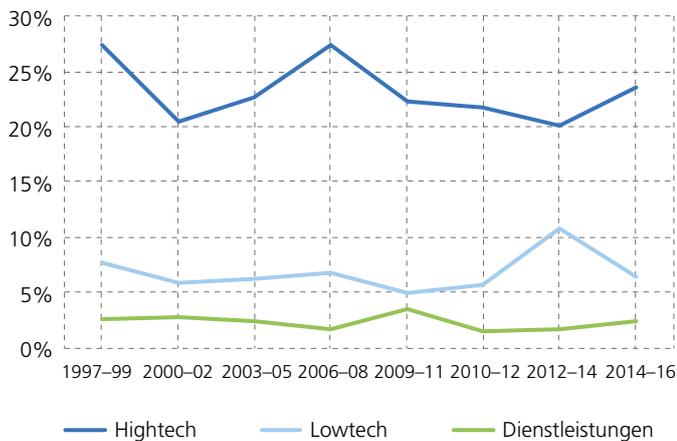
Es ist sehr schwierig, die «Nationalität» eines MNU festzustellen, sind diese Unternehmen doch ihrem Wesen nach global. Das Unternehmen STMicroelectronics mag als Beispiel dienen. Es hat seinen Sitz in Genf, wurde jedoch in den Niederlanden gegründet und wird an den Börsen Euronext, BIT und NYSE gehandelt. Das Unternehmen entstand durch die Fusion der beiden Halbleiterhersteller SGS Microelettronica aus Italien und Thomson Semiconducteurs aus Frankreich.

Die Tabelle enthält eine Liste von Unternehmen mit Sitz in der Schweiz. Sie verwendet dabei eine Ad-hoc-Definition des Begriffs MNU und führt Anmelder auf, die im April 2018 über mehr als 100 aktive Patente verfügten. Diese Patente wurden nicht unbedingt alle in der Schweiz angemeldet. Für die Zwecke dieses Berichts ist ein Schweizer MNU damit ein Unternehmen, das mehr als 100 aktive Patente besitzt und seinen Sitz in der Schweiz hat.

⁹ Interessante Studien zur IP-Nutzung durch Schweizer KMU bieten Radauer & Streicher (2008), Keupp et al. (2009) sowie Friesike et al. (2009). Kapitel 8 und 13 in Teil B dieses Berichtes enthalten einige statistische Angaben über die Anmelde-muster im schweizerischen Patentsystem. Für weitere Studien siehe Arvanitis et al. (2015), Arvanitis et al. (2017b), Chatagny et al. (2017) sowie Moser (2005).

¹⁰ Soweit nicht anders vermerkt, wurden die in diesem Kapitel vorgestellten Daten mit der Patentanalyse-Software Patent Sight erstellt. Jochen Spuck und Christian Moser vom IGE leisteten wertvolle Hilfe bei der Gewinnung der Rohdaten aus Patent Sight.

Abbildung C 6.1: Patentintensität an der Extensive Margin nach F&E-Intensität der Unternehmen



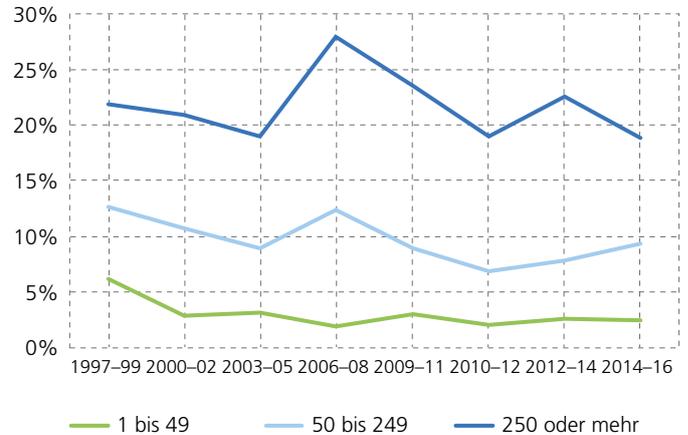
Anteil der Schweizer Firmen, die eigenen Angaben zufolge während des Erhebungszeitraums mindestens ein Patent angemeldet haben.
Quelle: Arvanitis et al. (2017), Bearbeitung Bechtold & de Rassenfosse

Patente schwanken in Qualität und wirtschaftlichem Wert stark (z.B. Griliches, 1990). Einige Erfindungen sind bahnbrechend, während andere nur knapp den Anforderungen an eine erfinderische Tätigkeit entsprechen, den das Patentrecht für Erteilung eines Patents erfordert. Auch führen einige Erfindungen zu grossen finanziellen Gewinnen, während andere ihren Inhabern nur finanzielle Verluste bescheren.

Tabelle C 6.1 führt in den Spalten drei und vier die Grösse der Patentportfolios von Schweizer MNU (einfach gezählt und gewichtet) auf. Die gewichteten Patentzahlen nutzen den Patent Asset-Index, eine von Patent Sight entwickelte Messmethode (Ernst & Omland, 2011).¹¹ Die gewichteten Zahlen entsprechen dem Gesamtwert der Patente in einem Portfolio, wobei die technische Bedeutung sowie die Marktabdeckung der aktiven Patentfamilien des Portfolios berücksichtigt werden. Eine Patentfamilie ist eine Reihe verwandter Patente, die eine Kernerfindung schützen (zu Einzelheiten siehe Martínez, 2010). Patentfamilien, die in einer grossen Anzahl von Rechtsordnungen geschützt sind (Messung der Schutzabdeckung) und die in späteren Patentanmeldungen sehr oft zitiert werden (Messung der technischen Bedeutung), haben einen hohen Wert im Patent Asset-Index.

Die letzte Spalte in Tabelle C 6.1 zeigt den Anteil der tatsächlich in der Schweiz erfundenen Patente in einem Portfolio. Das Land, in dem eine Erfindung stattgefunden hat, wird näherungsweise durch das Land ermittelt, in dem der Erfinder nach der Patentschrift seinen Wohnsitz hat. Diese Näherung ist mit Vorsicht zu geniessen, weil der Wohnsitz von Erfindern in Patentschriften nicht immer richtig verzeichnet ist. Auch entspricht das Land des Erfinderwohn-

Abbildung C 6.2: Patentintensität an der Extensive Margin nach Anzahl Mitarbeitenden



Anteil der Schweizer Firmen, die eigenen Angaben zufolge während des Erhebungszeitraums mindestens ein Patent angemeldet haben.
Quelle: Arvanitis et al. (2017), Bearbeitung Bechtold & de Rassenfosse

sitzes nicht notwendigerweise dem Land, in dem die erfinderische Tätigkeit tatsächlich stattgefunden hat (zum Beispiel im Fall von Grenzgängern). Dennoch gibt der Wohnsitz des Erfinders einen groben Hinweis auf die örtliche Verankerung des Patentinhabers. Bei der Mehrheit der aufgeführten 65 MNU wurde die Mehrheit der Patente im Ausland erfunden.

¹¹ Patent Sight ist eine Onlineplattform für Patentanalysen mit harmonisierten Daten zu Patentämtern aus aller Welt. Siehe <https://www.patentsight.com/en-us/about-patentsight>. Sie ähnelt anderen Diensten wie Derwent Innovation.

Tabelle C 6.1 Patentierungsaktivitäten von Schweizer MNU und anderen grossen Patentinhabern

Name des Anmelders	Branche	Portfolio-grösse	Patent Asset-Index	In der Schweiz erfundener Anteil
STMicroelectronics	Elektronik	9697	9587	0,8%
ABB	Elektrische Anlagen	7435	14 016	23%
Roche	Pharmazeutika	6325	29 960	31%
TE Connectivity	Elektronik	4803	9324	0,4%
Novartis	Pharmazeutika	4092	19 039	31,8%
Nestlé	Lebensmittelverarbeitung	2879	13 850	59,2%
Endress+Hauser	Instrumentierung	2614	5214	27,4%
Swatch	Uhrmacherei	2566	4621	93,1%
Tetra Laval	Verpackungs-, Verarbeitungs- und Vertrieblösungen	2192	5126	14,1%
Syngenta (jetzt: ChemChina)*	Chemikalien	910	5610	37,7%
Liebherr	Fertigung	1645	2227	2,9%
Clariant	Chemikalien	1258	3197	4,7%
Schindler Holding	Fertigung	1122	4168	74,9%
OC Oerlikon	Ingenieur- und Bauwesen	893	1943	27%
Sonova	Medizinprodukte	866	1561	54%
Kudelski	Digitales Fernsehen	760	1760	45,4%
Sika AG	Chemikalien	738	1792	61,9%
Rehau Gruppe	Kunststoffe	678	639	1,5%
Rieter Holding	Textilmaschinen	672	1207	44,9%
Ineos	Chemikalien	655	1377	3,2%
Lonza	Chemikalien	633	1565	22%
Sulzer AG	Industrie-Engineering und Produktion	577	499	47,8%
Bucher Industries	Maschinen	549	693	5,5%
EPFL	Universität	526	1850	99,6%
Logitech	Elektronische Endgeräte	443	870	38,6%
ETH Zürich	Universität	426	1193	98,4%
Cie Richemont	Management	424	348	64,9%
Garmin	Technologie	399	885	0%
Firmenich	Aroma- und Duftstoffe, Zutaten	396	912	77,5%
Givaudan	Aroma- und Duftstoffe	391	1078	47,1%
Georg Fischer AG	Fertigung	340	494	47,9%
Landis+Gyr	Elektronik	332	698	9,3%
SICPA Holding	Sicherheitstinte	331	1468	61,3%
Swiss Krono Group	Holzwerkstoffe	301	890	34,2%
Buehler Group	Prozessengineering	300	511	48%
Geberit	Herstellung von Sanitärkomponenten	298	335	80,5%
Staeubli Holding	Mechatronik	294	778	13,3%
Credit Suisse	Finanzdienstleistungen	294	572	0,7%
LafargeHolcim	Baumaterialien	292	721	20,2%
Omya AG	Chemikalien	290	2550	79,7%
Hoerbiger Stiftung	Maschinen	285	505	1,1%
Bobst Group	Maschinen	284	605	62%
Metall Zug	Maschinen	270	385	85,9%
Walter Reist Holding AG	Produktion und Dienstleistungen	261	473	99,2%
Universität Zürich	Universität	251	689	97,2%
Casale	Chemikalien	242	571	78,5%
Swisscom	Telekommunikation	216	457	96,8%

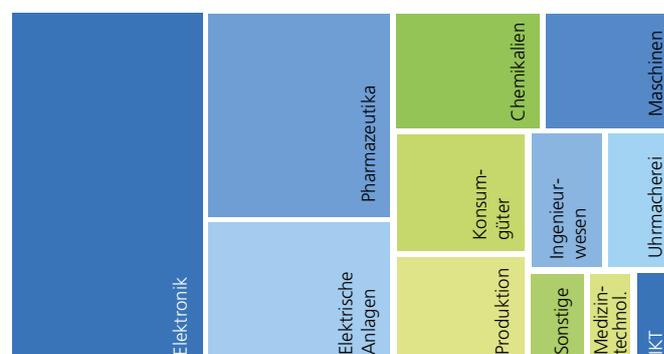
Name des Anmelders	Branche	Portfolio-grösse	Patent Asset-Index	In der Schweiz erfundener Anteil
Swiss Center for Elect. & Microtech.	F&E-Institut	200	411	97,5%
EMS-Chemie	Chemikalien	194	917	91,8%
INFICON	Elektroingenieurwesen	172	397	15,7%
Sensirion	Elektronik / Elektroanlagen	170	501	97,1%
Straumann	Medizinprodukte	164	499	72%
Baumer Holding AG	Elektronik	163	100	39,3%
SFS Group	Befestigungssysteme und Präzisionskomponenten	158	194	36,1%
Medela	Konsumgüter	157	423	63,7%
RUAG Holding	Luftfahrt, Raumfahrt, Technologie und Verteidigung	157	224	28%
Rolex	Uhrmacherei	147	605	74,8%
Zehnder Group	Liefertechologie	141	143	31,9%
Ypsomed	Medizinprodukte	138	656	97,1%
Advanced Digital Broadcast	Fernsehen, Telekommunikation, Pay-TV, Breitband	135	120	2,2%
Conzzeta	Maschinen	133	248	62,4%
Sonceboz	Elektronik / Mechatronik	131	317	45%
Meyer Burger	Maschinen	127	208	37%
Eugster / Frismag	Haushaltsgeräte	124	409	89,5%
Tecan Group	Elektronik / Elektroanlagen	124	313	54%
Patek Philippe	Uhrmacherei	121	105	91,7%
Komax Holding	Elektronik / Elektroanlagen	120	253	82,5%
Huber+Suhner	Elektrotechnik	117	340	65%
Archroma Textiles	Chemikalien	115	262	39,1%
Paul Scherrer Institut	F&E-Institut	106	457	97,2%

*Obwohl das Unternehmen seinen Hauptsitz in Basel hat, ist es eine Tochtergesellschaft des chinesischen Staatsunternehmens ChemChina. Folglich werden die Syngenta-Patente ChemChina zugerechnet.

Quelle: IGE, Aufbereitung Bechtold & de Rassenfosse auf der Grundlage von Daten von Patent Sight

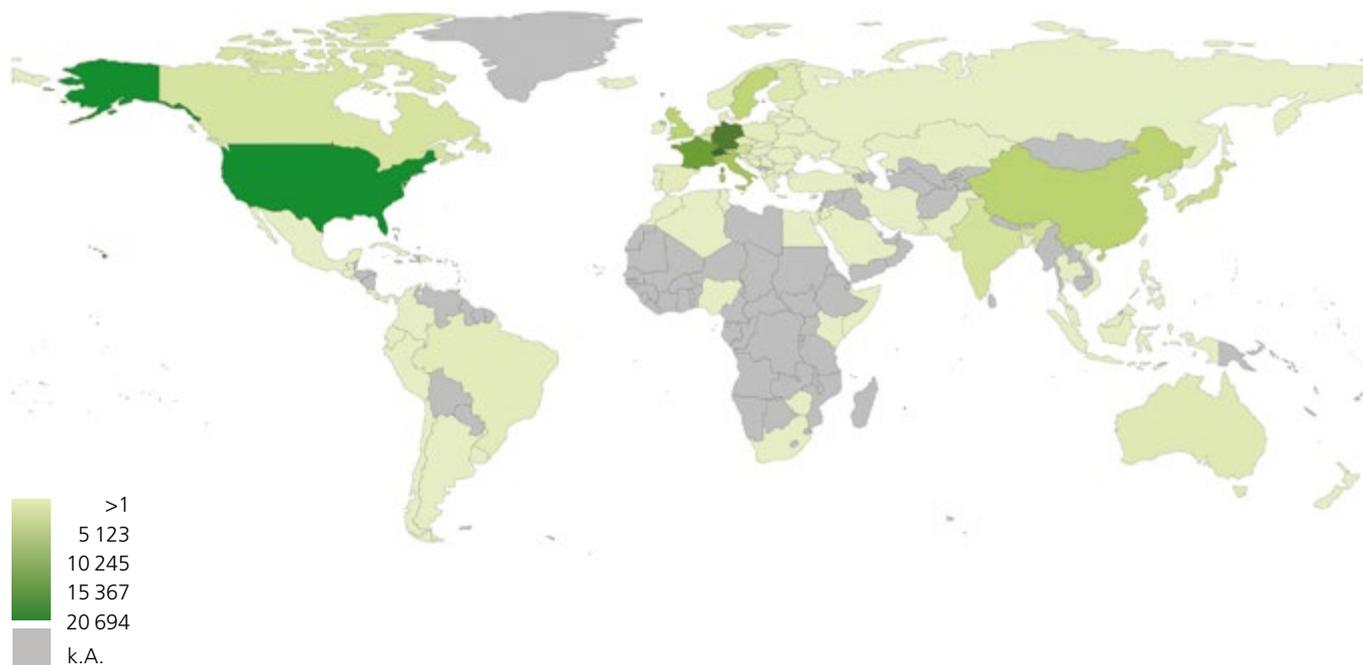
Abbildung C 6.3 bietet zusätzliche Informationen zum Patentportfolio schweizerischer MNU in Form einer Übersicht über wichtige Branchen, in denen patentiert wird. Der Elektroniksektor ist die Branche mit der höchsten Patentierungsaktivität, gefolgt von den Arzneimitteln und Elektrogeräten. Diese drei Wirtschaftszweige machen zusammen mehr als die Hälfte der Patentierungsaktivitäten schweizerischer MNU aus. Abbildung C 6.3 umfasst die Daten der 65 oben aufgeführten MNU. Die zahlreichen Patentierungsaktivitäten anderer Schweizer Unternehmen sind nicht berücksichtigt. Auch sollte die Abbildung eher als eine Darstellung der technischen Zusammensetzung schweizerischer Anmelder denn als Abbildung der technischen Zusammensetzung der Schweiz interpretiert werden. Wie Tabelle C 6.1 zeigt, wurden viele dieser Patente nicht in der Schweiz erfunden.

Abbildung C 6.3: Industriebranchen der Patentierungsaktivitäten schweizerischer MNU



Quelle: IGE, Aufbereitung Bechtold & de Rassenfosse auf der Grundlage von Daten von Patent Sight

Abbildung C 6.4: Ursprung der Erfindungen von Schweizer MNU



Quelle: IGE, Aufbereitung Bechtold & de Rassenfosse auf der Grundlage von Daten von Patent Sight

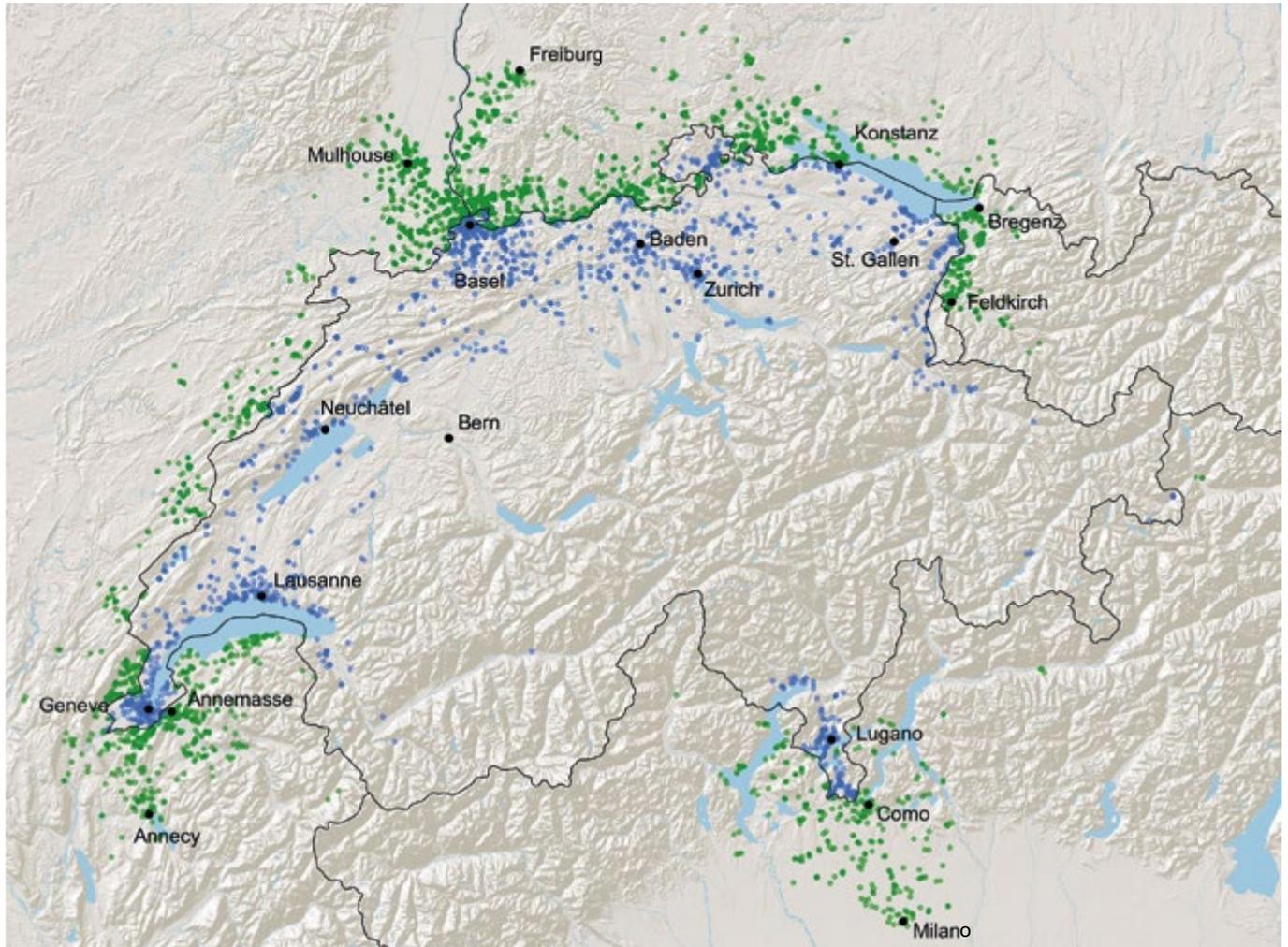
Abbildung C 6.4 zeigt die Herkunft der Erfindungen, die von den 65 in Tabelle C 6.1 aufgeführten schweizerischen MNU als Patente angemeldet wurden, gemäss dem Land des Erfindersitzes. In absoluten Zahlen sind Deutschland, die USA und Frankreich die drei grössten Talentpools, die von schweizerischen MNU genutzt werden.

Insgesamt entsteht je ein Viertel der Innovationen schweizerischer MNU in der Schweiz (25,28 %) und der Europäischen Union (27,11 %). Zwei Drittel der Erfindungen werden in Ländern der OECD erstellt (67,80 %). Allerdings ist auch hier wieder zu beachten, dass die Daten Grenzgänger, die in der Schweiz arbeiten, aber im Ausland leben, nicht erfassen (siehe Abbildung C 6.5).

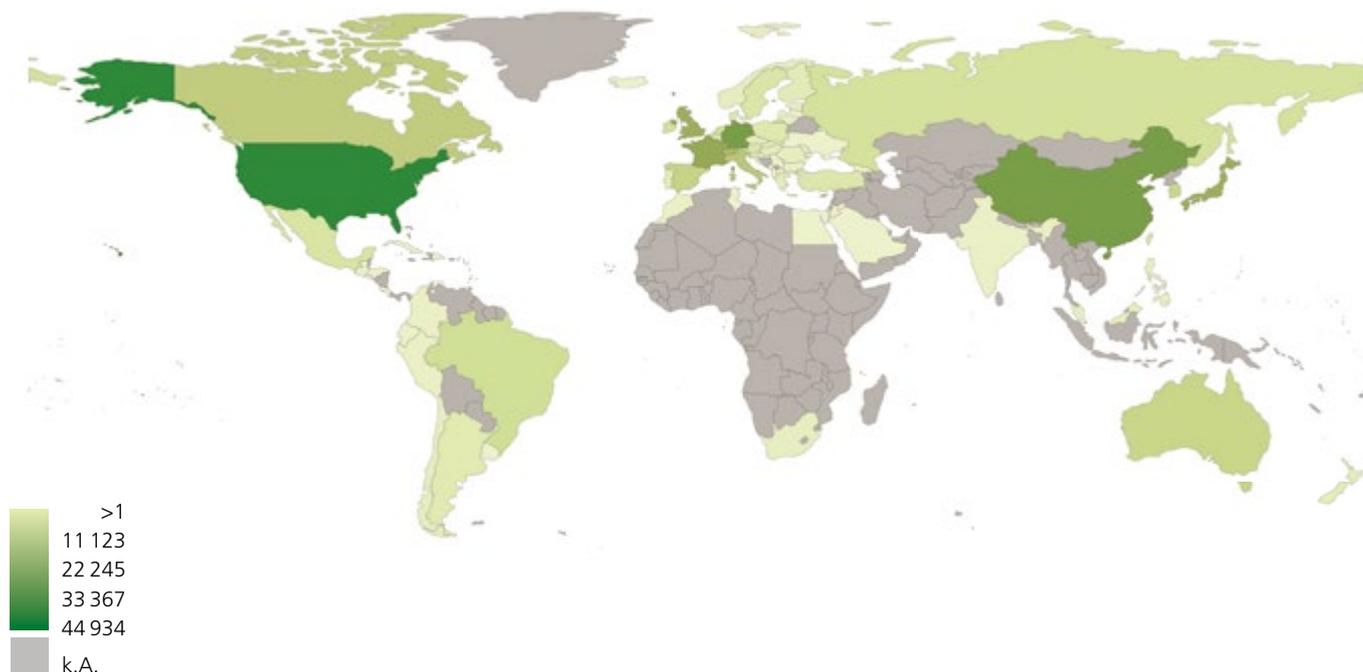
Abbildung C 6.5 zeigt den Wohnsitz von Erfindern, die in die Schweiz pendeln (und folglich zu Patentanmeldungen beitragen, die von Schweizer Unternehmen eingereicht werden). Die Analyse betrachtet Erfinder mit Wohnsitz ausserhalb der Schweiz, die auf Patenten von Unternehmen mit Sitz in der Schweiz aufgeführt sind. Die Karte zeigt alle Fälle, in denen die Distanz zwischen dem Erfinder und der Adresse des anmeldenden Unternehmens nicht mehr als 50 Kilometer beträgt. Die grössten Pendlergruppen befinden sich um Basel und Genf. Abbildung C 6.5 zeigt, welche Bedeutung ausländische Erfinder in der Schweiz haben. Sie zeigt auch die Grenzen empirischer Untersuchungen auf, wenn Patente lediglich aufgrund des Wohnsitzes der Erfinder (oder der Anmelder) einem bestimmten Land zugewiesen werden.

Dieses Kapitel zeigt, dass die Forschungsaktivitäten der grössten Schweizer Patentinhaber sehr international ausgerichtet sind: Bei den meisten betrachteten Unternehmen wurde die Mehrheit der Patente im Ausland erfunden. Weiterhin zeigt das Kapitel, dass auch bei Patenten, die in der Schweiz erfunden wurden, viele Erfinder Grenzgänger aus Nachbarländern sind.

Abbildung C 6.5: Pendler aus Grenzregionen der Schweiz in einem Radius von bis zu 50 Kilometern zwischen Erfinder und Anmelder



Quelle: KOF-Daten auf Basis eines gemeinsamen, vom Schweizerischen Nationalfonds finanzierten Projekts der EPFL und der ETH Zürich; Aufbereitung Bechtold & de Rassenfosse

Abbildung C 6.6: Länder, in denen Schweizer Unternehmen Patentschutz ersuchen

Quelle: IGE, Aufbereitung Bechtold & de Rassenfosse auf der Grundlage von Daten von Patent Sight

Nutzung ausländischer Patentsysteme durch Schweizer Unternehmen

Abbildung C 6.6 zeigt die Länder, in denen Schweizer MNU (gemäss Tabelle C 6.1) Patentschutz suchen. Damit gibt die Karte einen Überblick über die globale Reichweite schweizerischer MNU. Patente sind durch das Territorialitätsprinzip beschränkt. Unternehmen melden Patente in Ländern an, die entweder wichtige Märkte oder bedeutende Produktionszentren sind. Die USA ziehen bei Weitem am meisten Patente an, gefolgt von Deutschland und China.

Abbildung C 6.6 enthält sowohl Prioritäts- als auch Zweitanmeldungen. Eine Prioritätsanmeldung ist die weltweit erste Anmeldung eines Patents in irgendeinem Land, mit dem eine Erfindung geschützt werden soll. Zweitanmeldungen sind nachfolgende Anmeldungen in anderen Ländern, um den Patentschutz auf diese Länder auszudehnen. Abbildung C 6.7 gibt einen Überblick über die Prioritätsanmeldungen von Schweizer Erfindungen (d.h. deren Erfinder hat seinen Wohnsitz in der Schweiz, nicht bereinigt um Grenzängereffekte).

In den 1980er Jahren wurden die meisten Patentanmeldungen von Schweizer Erfindungen beim IGE eingereicht. Seither hat der Anteil der beim IGE eingereichten Prioritätsanmeldungen zugunsten des EPA abgenommen. Diese Entwicklung beruht vor allem auf einer stärkeren Globalisierung von Forschung und Entwicklung. Ausländische Unternehmen, die F&E in der Schweiz durchführen, melden ihre Patente eher beim EPA oder beim Patentamt ihres Heimatlandes an (zum Beispiel Deutschland oder USA). Schweizer Unternehmen, die auf den Weltmarkt zielen, melden ihre Patente vorzugsweise direkt beim EPA an, weil dieses Vorgehen einen grösseren geografischen Schutz bietet.

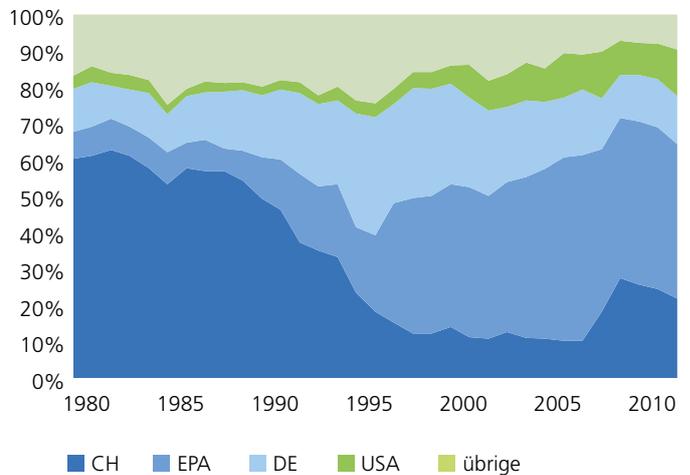
Unterschiedliche Wege zum Patent in der Schweiz

Wenn ein Unternehmen in der Schweiz einen Patentschutz erhalten will, stehen ihm vier unterschiedliche Wege offen:

- Nationaler Weg: Das Unternehmen kann beim IGE eine Patentanmeldung einreichen. Das IGE prüft das Gesuch ohne Abklärung der erfinderischen Tätigkeit und Neuheit der Erfindung (d.h. keine materielle Prüfung).
- Weg über das Europäische Patentübereinkommen (EPÜ): Das Unternehmen kann beim EPA eine Patentanmeldung einreichen. Das EPA befindet sich in München und basiert auf dem EPÜ, einem von der Europäischen Union getrennten völkerrechtlichen Vertrag. Das EPA führt eine Vollprüfung der Patentanmeldung durch. Der Anmelder kann die Schweiz als eines der Länder benennen, in dem der Patentschutz greifen soll, da die Schweiz Mitglied des EPÜ ist. Dies führt zu einem nationalen Schweizer Patent, genauso wie über den nationalen Weg.
- Weg über den PCT-Vertrag: Das Unternehmen kann bei der Weltorganisation für Geistiges Eigentum (WIPO) in Genf eine Patentanmeldung gemäss dem PCT-Vertrag einreichen. Nach einer internationalen Recherche bezüglich Priorität und optionaler vorläufiger Prüfung wird die Anmeldung für ein nationales Patent an das IGE weitergeleitet.
- Weg über Euro-PCT: Es handelt sich um eine Kombination von EPÜ und PCT-Vertrag. Dabei wird beim EPA eine Anmeldung gemäss dem PCT-Vertrag eingereicht.

In der Europäischen Union bestehen Pläne zur Schaffung eines Einheitspatents, das in den meisten Mitgliedstaaten einen einheitlichen Schutz durch ein einheitliches Patentsystem gewähren und nationale Patentsysteme verdrängen könnte. Da die Schweiz nicht EU-Mitglied ist, kann sie nicht an diesem System teilnehmen. Die Einführung des Einheitspatents würde jedoch den Weg über das EPÜ und eine Euro-PCT-Anmeldung nicht beseitigen.

Abbildung C 6.7: Patentamt der Erstanmeldungen von in der Schweiz gemachten Erfindungen

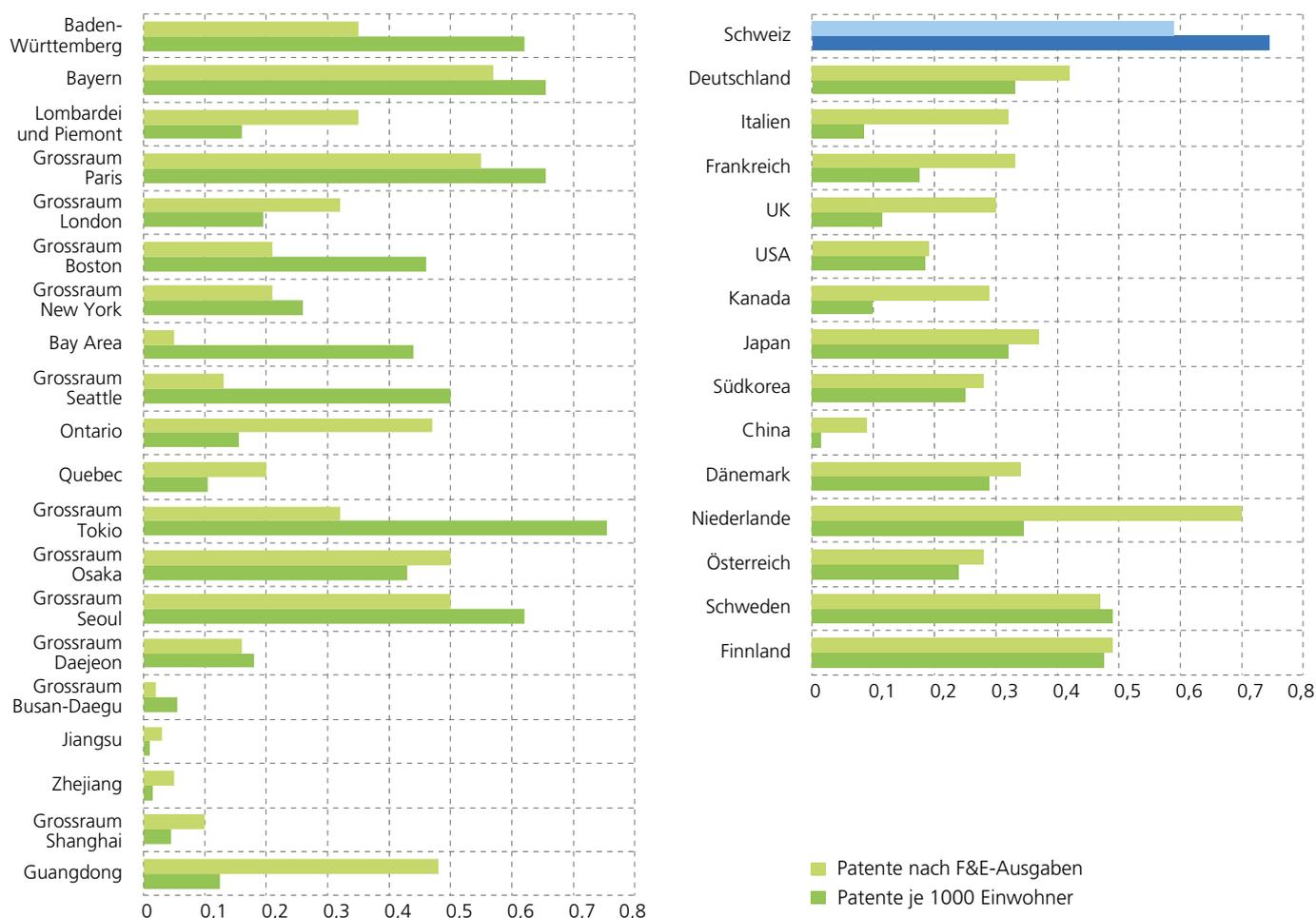


CH: Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum; EPA: Europäisches Patentamt; DE: Deutsches Patent- und Markenamt; USA: U.S. Patent and Trademark Office
Quelle: Datenbank PATSTAT gemäss der in de Rassenfosse et al. (2013) entwickelten Methode

Viele der für diesen Bericht befragten Industriepartner – von kleinen Start-ups bis zu MNU – berichteten von einem globalen Patentierungsansatz. Unternehmen melden hauptsächlich Patente in den USA und beim EPA an, wobei sie in letzterem Fall in der Regel auch für die Schweiz Schutz beantragen. Einige Gesprächspartner merkten an, dass ihre Unternehmen bei EPA-Patenten systematisch auch für die Schweiz als ihrem historischen Heimmarkt Schutz beantragen. Mehrere Gesprächspartner erwähnten, sie wollten vermeiden, dass Konkurrenten auf ihren Heimmarkt vordringen, da dies für die Unternehmensführung, Medien und Konkurrenten sehr sichtbar wäre. Erfolgreiche Start-ups melden häufig Patente in wichtigen Rechtsordnungen weltweit an. Aufgrund der hohen Anzahl von Uhrenherstellern in der Schweiz ist das Schweizer Patentsystem für die Uhrenindustrie von besonderer Bedeutung. Die Erteilungsgeschwindigkeit ist einer der Gründe, warum Schweizer Uhrenhersteller ihre Patentanmeldungen fast immer beim IGE einreichen.

Dieses Kapitel zeigt die beschränkte Bedeutung des Schweizer Patentsystems für Schweizer Patentinhaber. Die Mehrheit der Patentanmeldungen für Schweizer Erfindungen erfolgt im Ausland.

Abbildung C 6.8: Patentintensität ausgewählter Regionen und Länder, 2008–2014



Quelle: Rammer & Trunschke (2018), Darstellung Bechtold & de Rassenfosse

6.3.3 Schweizer Unternehmen sind bei neuen Technologien führend

Dieses Kapitel stellt Daten zur Patentierungsleistung der Schweiz im Vergleich zu ausgewählten Regionen und Ländern vor. Abbildung C 6.8 zeigt die durchschnittliche Anzahl von Patenten, die im Zeitraum 2008 bis 2014 über den PCT- oder den EPÜ-Weg in der Schweiz angemeldet wurden (siehe Kasten «Unterschiedliche Wege zum Patent in der Schweiz»). Die Patentzahl ist pro 1000 Einwohner und gemäss F&E-Ausgaben normalisiert.

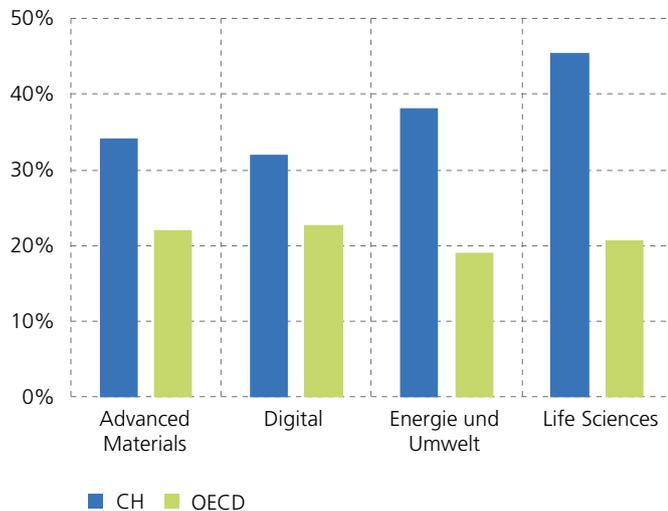
Bei der Anzahl von Patenten pro 1000 Einwohnern liegt die Schweiz hinter der Bay Area (Kalifornien) an zweiter Stelle. Im Vergleich zu anderen Regionen resultiert ein Teil der Schweizer Leistung allerdings aus einer höheren F&E-Intensität. Kontrolliert man die Anzahl von Patenten nach F&E-Ausgaben, führt dies in der Tat zu einer niedrigeren Leistung der Schweiz. Insbesondere reduziert sich dadurch der Abstand zu Bayern sowie zum Grossraum Paris. Die Niederlande belegen dann den ersten Platz.

Die Ermittlung neuer Technologien basiert auf Studien der OECD, die das Ergebnis einer Zukunftsanalyse durch die Regierungen Kanadas, Finnlands, Deutschlands, Grossbritanniens und Russlands sowie der Europäischen Kommission sind (OECD, 2016). Bei der Erstellung dieser Liste wurden auch Experten der Technologietransferstellen der EPFL und der ETH Zürich beigezogen.

Neue Technologien

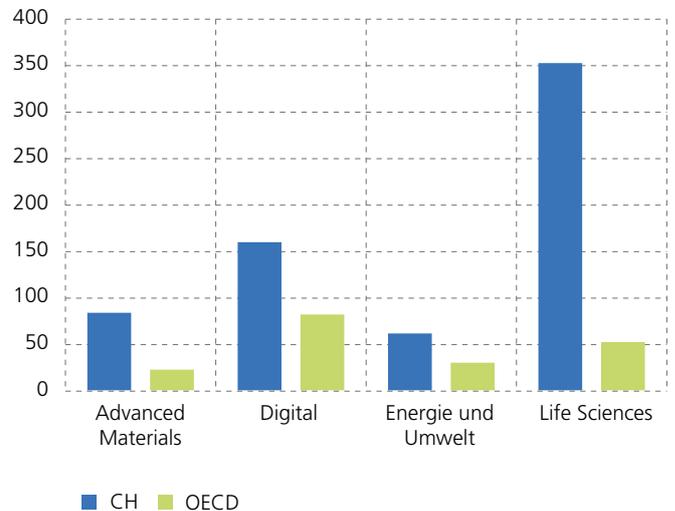
Obwohl der Begriff neuer Technologien (Emerging Technologies) in Diskussionen zur Innovationspolitik oft verwendet wird, ist er auf theoretischer Ebene schwer zu definieren. Eine kürzlich durchgeführte Erhebung bedeutender Innovationsstudien identifizierte fünf häufige Eigenschaften neuer Technologien: radikale Neuheit, schnelles Wachstum, Kohärenz, markante Wirkung sowie unsichere und unklare Zukunftsaussichten (Rotolo et al., 2015).

Abbildung C 6.9: Anteil der Weltklassepatente bei den aufstrebenden Technologien, 2018



Quelle: IGE, Aufbereitung Bechtold & de Rassenfosse auf der Grundlage von Daten von Patent Sight

Abbildung C 6.10: Weltklassepatente bei den aufstrebenden Technologien pro Mio. Einwohner, 2017



Quelle: IGE, Aufbereitung Bechtold & de Rassenfosse auf der Grundlage von Daten von Patent Sight

Abbildung C 6.9 zeigt den Anteil von Weltklassepatenten, die von Anmeldern aus der Schweiz und OECD-Mitgliedstaaten im Bereich neuer Technologien angemeldet wurden. Ein Weltklassepatent ist ein Patent mit einem relativen wirtschaftlichen Wert in den oberen 10 % aller Patente.¹² Die Schweiz hat einen höheren Anteil an Weltklassepatenten als andere OECD-Länder. Im relativen Vergleich verfügen Schweizer Anmelder bei neuen Technologien über starke Patentportfolios. Die Abbildung sagt aber nichts über die Position der Schweiz in absoluten Zahlen aus. Angesichts der relativ geringen Grösse der Schweiz sind absolute Zahlen ohnehin nicht sehr aussagekräftig. Abbildung C 6.10 zeigt die Anzahl Weltklassepatente bei neuen Technologien pro Mio. Einwohner. Im Bereich der Lebenswissenschaften scheint die Schweiz besonders gut abzuschneiden. Bei neuen Technologien in den Bereichen Energie und Umwelt liegt die Schweiz im OECD-Durchschnitt.

Dieses Kapitel zeigt, dass die Schweiz eine Volkswirtschaft mit einer hohen Patentierungsaktivität und einem gewichtigen Patentportfolio bei neuen Technologien ist.

6.4 Schlussfolgerungen

In den letzten Jahren ist das Patentsystem in verschiedener Hinsicht unter Beschuss geraten. Aufgrund des Verhaltens verschiedener Akteure entstand in der Öffentlichkeit der Eindruck, dass es zu viele Patente gebe, ohne dass ein klarer Nutzen für die Gesellschaft erkennbar wäre. In der IT-Industrie und in anderen Wirtschaftszweigen argumentieren Gegner des Patentsystems, das System sei nicht nur unnötig, sondern sogar schädlich für Innovation.

Diese Studie kann keine ausreichenden theoretischen oder empirischen Belege finden, um eine solch radikale Behauptung zu stützen. Allerdings ist klar, dass das Patentsystem vor erheblichen Herausforderungen steht. Konzeptuell müssen Diskussionen über das Patentsystem zwei Effekte unterscheiden. Erstens geht es um die Frage, ob das Patentsystem Innovation befördert. Bei einer negativen Antwort geht es zweitens um die Frage, ob das Patentsystem Innovation behindert. Auf der Grundlage der ausgewerteten Fachliteratur und der geführten Gespräche gelangt diese Studie insgesamt zum Schluss, dass das Patentsystem in der Schweiz Innovation fördert. Mit anderen Worten: Der Schweiz geht es mit dem heutigen Patentsystem besser als ohne dieses.

Daraus ergibt sich die Frage, ob das heutige Patentsystem ein optimales Innovationsumfeld bietet. Es ist schwierig, diese Frage zu beantworten. Zwei Aspekte verdienen besondere Aufmerksamkeit:

- Erstens wird aus theoretischer Perspektive die Anreizwirkung des Patentsystems maximiert, wenn berechnete und klare IP-Rechte gewährt werden. «Berechtigt» bedeutet, dass Patente für Erfindungen gewährt werden sollten, die ohne das Patentsystem

¹²Der relative wirtschaftliche Wert eines Patents wird von Patent Sight durch die geographische Marktabdeckung (Schutz in welchen Ländern) und die technische Relevanz (gemessen durch Patentzitate) gemessen und pro Industriebranche normalisiert. Weltklassepatente befinden sich in den obersten 10 % aller Patente; s. Ernst & Omland, 2011.

nicht entwickelt worden wären. Da es für Patentprüfer schwierig ist, solche Erfindungen zu identifizieren, haben Patentsysteme Schwellen für die erfinderische Tätigkeit festgelegt, die zur Erteilung eines Patents notwendig sind. «Klar» bedeutet, dass der Umfang der geschützten Erfindung in einer Patentschrift klar abgegrenzt sein muss, damit Rechtssicherheit herrscht. Diese Faktoren könnten dafür sprechen, dass die Schweiz zu einem System der Vollprüfung wechseln sollte. Allerdings ist ein Vollprüfungssystem auch mit Kosten verbunden (siehe Vaterlaus, 2015). Daher ist nicht klar, ob die Schweiz einen solchen Systemwechsel vollziehen sollte und wie gross die Vorteile tatsächlich wären. Will ein Unternehmen Rechtssicherheit bezüglich seiner Patente haben, meldet es sie beim EPA an. Die Frage nach einem Wechsel zu einem System der Vollprüfung erfordert daher sorgfältige Analysen zum Stellenwert des IGE in einem integrierten europäischen Patentsystem. Dafür müssten die Vor- und Nachteile eines Systemwechsels detailliert analysiert werden. Dies geht weit über das Thema dieser Studie hinaus.

- Zweitens können die Vorzüge des Patentsystems erhöht werden, indem dessen Kosten gesenkt werden. Wir wissen immer noch zu wenig über seine gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrtsauswirkungen. Zwar mag die Behauptung, dass das Patentsystem in manchen Branchen innovationsfeindlich ist, jedenfalls in anderen Ländern als der Schweiz zutreffen. Allerdings ist das Schweizer Patentsystem in gewisser Weise zu klein, um die globale Innovationslandschaft zu beeinflussen. Aus Sicht privater Marktteilnehmer stellt der Aufwand zur Beantragung, Verwaltung und Durchsetzung von Patenten einen erheblichen Kostenfaktor dar. Dieser wird durch Verzögerungen bei Durchsetzung und Rechtsstreitigkeiten noch verstärkt. Daher ist die Schaffung des Bundespatentgerichts zu begrüssen.

Regelmässig wird die Frage aufgeworfen, ob die Schweiz ein einheitliches, technologieneutrales Patentsystem haben sollte oder ob dieses an unterschiedliche Branchen, Technologien oder Marktteilnehmer angepasst werden sollte. Gesetzgeber, Gerichte und Forscher haben zwar begonnen, das Patentsystem an die dringenden Bedürfnisse bestimmter Branchen anzupassen. Jedoch ist das Patentsystem noch nicht vollständig flexibel. Benötigt ein Patentsystem mehrere Jahre, um zu entscheiden, ob ein Patent wirksam ist oder nicht, führt das zumindest in der IT-Branche zu Problemen.

Dennoch möchte diese Studie vor einer Ausdifferenzierung des Patentsystems warnen. Dies würde die Komplexität des Patentsystems weiter erhöhen. Auch ist es sehr schwierig, die sich verändernden Bedürfnisse verschiedener Branchen vorherzusagen. Falls dennoch eine stärkere Differenzierung in das Patentsystem eingeführt wird, sollte die Aufmerksamkeit auf eine «dynamische» Ausgestaltung gerichtet werden, die Patentinhabern eine Wahl zwischen verschiedenen Optionen bietet. Gute Beispiele einer solchen dynamischen Ausgestaltung sind Jahresgebühren, bei denen Patentinhaber faktisch zwischen verschiedenen Patentlaufzeiten wählen können, oder höhere Gebühren für die beschleunigte Durchführung einer Patentprüfung.

Eines der wichtigsten Merkmale der heutigen Innovationslandschaft ist die Digitalisierung. Dies hat für Patentämter unterschiedliche Auswirkungen:

- Erstens ermöglicht die Digitalisierung Herstellungsprozesse auf der Grundlage einer Massenpersonalisierung («Mass Personalization»): In Zukunft drucken Konsumenten möglicherweise zu Hause oder im örtlichen Kopiergeschäft Gegenstände mit einem 3D-Drucker aus. Denkbar ist auch, dass Spitäler massgeschneiderte Arzneimittel herstellen, die nur einem Patienten oder einer kleinen Gruppe von Patienten verschrieben werden. Diese Entwicklungen hätten nicht nur Auswirkungen auf Vertriebsketten, sondern würden auch neue Fragen hinsichtlich Anreizen und Haftungsrecht aufwerfen (Bechtold, 2016; Lemley, 2015).
- Zweitens wenden diverse Start-ups Blockchain-Technologien auf IP-Systeme an. Die Blockchain-Technologie könnte Registrierungssysteme bei bestimmten IP-Rechten oder Lizenzen verändern, insbesondere bezüglich des Urheberrechts. Auch könnte sie die Bedeutung von Patentämtern schmälern. Gleichzeitig bietet die Blockchain-Technologie auch attraktive Möglichkeiten, das IP-System zu verbessern oder die Angebote von Patentämtern zu erweitern.
- Drittens ist nicht klar, ob das Patentsystem für eine Welt gewappnet ist, in der Patente selten durchgesetzt und Produktzyklen immer kürzer werden. In einer Welt, in der F&E-Kooperationen zwischen Unternehmen zur Regel geworden sind und grosse Standardisierungsbemühungen neue Märkte eröffnet haben, ist es für Unternehmen essentiell, ihren Beitrag zu solchen gemeinsamen Anstrengungen zu dokumentieren. Auf Märkten, in denen Unternehmen nicht vorrangig Erfindungsanreize, sondern Dokumentierungsinstrumente benötigen, bietet das gegenwärtige Patentsystem möglicherweise keine optimale Hilfestellung. Ein schwerfälliges Patentsystem mit langwierigen, kostspieligen Verfahren und – in vielen Ländern – einer Vollprüfung mag keine angemessene Lösung sein. Vielmehr könnte ein schnelleres, flexibleres System (wie zum Beispiel Gebrauchsmusterrechte in Deutschland, Italien oder Japan) vorteilhaft sein. Viele Industrievertreter, die für diese Studie befragt wurden, kritisierten übermässige Verzögerungen im Patentsystem. Die Uhren der Patentwelt ticken anders als die Uhren der Geschäftswelt. Führungskräfte in Unternehmen verstehen oft nicht, warum Entscheidungen in Patentangelegenheiten so viel Zeit beanspruchen. Allerdings konnten die für diese Studie Befragten keine konkreten Fälle benennen, in denen die Markteinführung eines Produkts wegen eines verspäteten Patentschutzes verzögert worden wäre.

Obwohl Schweizer Universitäten und das IGE in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen haben, um das Wissen von der Grundlagenforschung bis zur Produktebene zu fördern, scheinen weitere Investitionen in Schulung und Beratung wünschenswert (Radauer & Streicher, 2008; Keupp et al., 2009). Diesbezüglich sollte – ähnlich wie beim amerikanischen Patentamt – erwogen werden, Gebühren für Universitäten und KMU

zu reduzieren. Allerdings müssen die systemischen Folgen solcher Änderungen berücksichtigt werden. Von Graevenitz und Garanasvili (2018) geben ein Beispiel solcher miteinander verbundener Wirkungen. Sie zeigen, dass eine Änderung der nationalen Patentgebühren Auswirkungen auf die Entscheidung von Unternehmen hat, ob sie das Patent beim nationalen Patentamt oder beim EPA anmelden, was wiederum Folgen für die Arbeitsbelastung dieser Ämter hat.

Schliesslich wurde mitunter vorgeschlagen, Erträge aus IP-Rechten zur Finanzierung von Universitäten zu verwenden. Solche Erträge sind gewiss eine willkommene Ergänzung für den Universitätshaushalt. Sie sind aber nicht als strukturelle Finanzierungsgrundlage geeignet. Erträge aus IP-Rechten sind schwer vorhersehbar. Würden sie bei zur Grundfinanzierung von Universitäten herangezogen, würde das die Stabilität universitärer Budgets schwächen. Auch könnte eine zu starke Betonung von IP-Rechten Universitäten veranlassen, beim offenen Austausch von Wissen einen restriktiveren Ansatz zu verfolgen, was wiederum dem Wissenstransfer schaden könnte.





Die Teilnahme an den Forschungsrahmenprogrammen (FRP) der Europäischen Union gehört zu den Prioritäten der schweizerischen Forschungs- und Innovationspolitik. Dadurch haben Institutionen, Unternehmen und Forschende in der Schweiz die Möglichkeit, mit führenden ausländischen Partnern zusammenzuarbeiten, Wissen auszutauschen und gemeinsam erstklassige Infrastrukturen zu nutzen. Das im Rahmen des 8. FRP («Horizon 2020, 2014–2020») geförderte Projekt «Flourish» hatte die Entwicklung intelligenter Geräte zum Ziel, welche die Landwirtschaft effizienter und nachhaltiger machen sollen. Unter Federführung der ETH Zürich entwickelten die Forschenden ein Arbeitsteam bestehend aus Drohne und Agrarroboter zur Bekämpfung von Unkraut. Bild: ETH Zürich / Pascal Halder

TEIL C: STUDIE 7

**Digitalisierung als Treiber für
innovative Geschäftsmodelle**



Zusammenfassung

Die digitale Transformation und damit verbundene Innovationen ermöglichen den Unternehmen zusätzliches Wachstum. Die Studie untersucht digitale Geschäftsmodelle in den drei Sektoren Banken und Versicherungen, Handel sowie verarbeitendes Gewerbe (aufgegliedert in Chemie- und Pharma- sowie Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie (MEM-Industrie)). Die Ergebnisse zeigen, dass sich in den drei Sektoren der Stand der Digitalisierung und der generelle Umgang mit dem Thema deutlich unterscheidet. So weist die MEM-Industrie bereits einen hohen Digitalisierungsgrad auf. Die grössten Hürden stellen Regularien und Sicherheitsbedenken der bestehenden Kunden dar. In allen betrachteten Sektoren besteht nach wie vor hohes Potenzial bei der weiteren Entwicklung digitaler Produkte und Serviceleistungen sowie beim Angebot ganzheitlicher Lösungen. Insbesondere das fundamentale Neudenken eines Geschäftsmodells fällt vielen Unternehmen aus allen Sektoren schwer. Ausbildung zur Ermöglichung digitaler Geschäftsmodelle könnte diesbezüglich Abhilfe schaffen. Jedoch ist zu beachten, dass die digitale Transformation unterschiedlichen Pfaden folgen kann, weshalb jedes Unternehmen für sich den richtigen Weg und die richtige Geschwindigkeit ermitteln muss.

Der Stand der Digitalisierung und der generelle Umgang mit dem Thema weisen deutliche Unterschiede in den untersuchten Sektoren auf. Die differenzierte Priorisierung in den Sektoren spiegelt sich in dieser Studie wider. So weist die MEM-Industrie bereits einen hohen Digitalisierungsgrad auf, da sich diese aufgrund des signifikanten Kostendrucks am Hochlohnstandort Schweiz sowie aufgrund der Wettbewerbsintensität seit geraumer Zeit bereits mit dem Thema beschäftigt. Die weiteren betrachteten Sektoren haben Digitalisierung ebenfalls als zentrales Thema für sich erkannt. In der Chemie- und Pharmaindustrie sind in der jüngeren Vergangenheit vermehrt breite Aktivitäten hinsichtlich Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette identifizierbar, wobei diese Industrie auch auf eine traditionell gute Datenverfügbarkeit aufbauen kann. Die Sektoren Handel sowie Banken und Versicherungen weisen in Bezug zum verarbeitenden Gewerbe noch einen Abstand auf und haben damit Potenzial für eine weitere Durchdringung. Im Bereich Banken und Versicherungen ist aufgrund der positiven Ertragslage der Druck, bestehende Geschäftsmodelle zu verändern, noch nicht signifikant.

Die grössten Hürden stellen Regularien und Sicherheitsbedenken bestehender Kunden dar. Aber auch hier lassen sich erfolgreiche Unternehmen identifizieren, die auf einem digitalen Geschäftsmodell aufbauen. Hierzu gehören vor allem auch Start-ups, die einzelne Elemente aus der Wertschöpfungskette herausgreifen und diese mit neuen digitalen Geschäftsmodellen revolutionieren.

In allen betrachteten Segmenten besteht nach wie vor hohes Potenzial bei der weiteren Entwicklung digitaler Produkte, Serviceleistungen und dem Angebot ganzheitlicher Lösungen. Insbesondere das fundamentale Neudenken des Geschäftsmodells fällt vielen Unternehmen aus allen drei Sektoren schwer. Vereinzelt existieren positive Beispiele sowohl von etablierten Unternehmen als auch von Start-ups. Generell bestehen jedoch Herausforderungen mit Blick auf weiche Faktoren (wie zum Beispiel die Unternehmenskultur), Fähigkeiten und Akzeptanz, die Unternehmen angehen müssen. Demgegenüber stehen die traditionellen Stärken der Schweiz in der Ausbildung, im Zugang zu Finanzmitteln und Human Ressourcen sowie eine gewisse Pragmatik im Umgang mit Zukunftsthemen. Freie Ressourcen sind jedoch nicht immer ein Garant für den Erfolg. Disziplin, Risiko und Veränderungsbereitschaft sind neben dem Innovationsdruck mitunter wichtiger. Auf der anderen Seite muss die Ausbildung zur Ermöglichung digitaler Geschäftsmodelle noch mehr in den Vordergrund gerückt werden. Es gilt, die Weichen zu stellen, um Kompetenzdefizite bei der digitalen Transformation zu vermeiden. Programme sind seitens der Politik bereits lanciert worden, zum Beispiel die IT-Bildungsoffensive im Kanton St. Gallen.

Letztlich ist hervorzuheben, dass digitale Technologien innovative Geschäftsmodelle möglich machen. Deren Einführung wird für viele Unternehmen ein weiterer Baustein für zukünftiges Wachstum sein. Die bestehenden erfolgreichen Geschäftsmodelle und -praktiken werden dadurch mehrheitlich nicht abgelöst. Stattdessen werden digitale und traditionelle Geschäftsmodelle komplementär zueinander koexistieren. Dies birgt eine höhere Komplexität, ist aber gleichzeitig eine Chance für die Schweizer Unternehmen, ihr Geschäft weiter auszubauen und wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Digitalisierung ist somit kein Selbstzweck, sondern muss die Wettbewerbsfähigkeit eines betroffenen Unternehmens stärken. Jedoch ist zu beachten, dass die digitale Transformation unterschiedlichen Pfaden folgen kann, weshalb jedes Unternehmen für sich den richtigen Weg und die richtige Geschwindigkeit auf Basis situativer Faktoren ermitteln muss. So ist nicht in jedem Fall mehr Digitalisierung die richtige Antwort auf aktuelle unternehmensspezifische Herausforderungen.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Prof. Dr. Roman Hänggi, Christin Eifel und Daniel Nussbaumer (Hochschule Rapperswil) sowie durch Prof. Dr. Thomas Friedli, Dr. Lukas Budde, Philipp Osterrieder und Dominik Remling (Universität St. Gallen) durchgeführt wurde. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBFI veröffentlicht (www.sbf.admin.ch).

Inhalt Studie 7

7.1	Einleitung	347
7.2	Digitale Geschäftsmodelle in der Schweiz	348
7.2.1	Banken und Versicherungen	
7.2.2	Handel	
7.2.3	Verarbeitendes Gewerbe: Pharma- und Chemie- industrie sowie MEM-Industrie	
7.3	Schlussfolgerungen	356
7.4	Methodik	358

7 Digitalisierung als Treiber für innovative Geschäftsmodelle

7.1 Einleitung

Zielsetzung dieser Studie ist es, den aktuellen Stand der Schweizer Innovationskapazität bezüglich digitaler Geschäftsmodelle in den drei Segmenten Banken und Versicherung, Handel sowie verarbeitendes Gewerbe darzulegen. Die Studie ist komplementär zur Studie «Dienstleistungsinnovationen» (Teil C, Kapitel 3).

Mit der vorliegenden Studie wird einerseits aufgezeigt, wie Schweizer Unternehmen im internationalen Vergleich aktuell positioniert sind. Andererseits werden Handlungsempfehlungen abgeleitet, um die künftige Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz auszubauen und zu sichern. Hierzu werden die Stärken und Schwächen zum heutigen Zeitpunkt wie auch potenzielle Risiken und Opportunitäten untersucht.

Die Auswahl der drei Segmente stellt die wichtigsten Sektoren – der Sektor «Öffentliche Verwaltung, Verteidigung und Sozialversicherungen» ausgenommen – der Schweizer Wirtschaft dar (BFS, 2018d):

- Das Bank- und Versicherungswesen hat einen Anteil am Bruttoinlandprodukt (BIP) von mehr als 9 %. Dazu zählen insbesondere auch die Bereiche Finanztechnologie (FinTech) und Versicherungstechnologie (InsurTech).
- Die Handelsbranche weist einen Anteil am BIP von knapp 15 % aus. Sie ist aktuell insbesondere gekennzeichnet durch Umbrüche im stationären Handel, im Online-Handel sowie im Geschäftsbereich (Business to Business, B2B).
- Das verarbeitende Gewerbe verfügt über einen BIP-Anteil von 18,5 %. Innerhalb dieses Segments wird weiter explizit zwischen der Pharma- und Chemieindustrie sowie der Maschinenbau-, Elektronik- und Metallindustrie (MEM) unterschieden. Weitere Teile des verarbeitenden Gewerbes wie etwa die Lebensmittel- oder die Uhrenherstellung wurden nicht berücksichtigt.

Gegenstand der Untersuchung ist jegliche Art von neuen, innovativen Geschäftsmodellen (und Wertversprechen an Kunden), die einen digitalen Charakter haben. Das Spektrum reicht vom Angebot eines hardware-unabhängigen digitalen Services (digitale Plattformen wie Axiom¹) bis hin zu digital unterstützten klassischen hardware-basierten Angeboten (z.B. Ersatzteilverkauf über ein Online-Kundenportal).

Ein Geschäftsmodell wird gemäss Gassmann et al. (2014) durch vier verschiedene Fragen strukturiert. Abbildung C 7.1 beschreibt, dass die zentrale Dimension der Zielkunde beziehungsweise das Kundensegment bildet, das für ein neues Produkt oder einen neuen Service bestimmt werden muss. Umgeben ist diese Kernfrage mit den drei weiteren Bausteinen eines Geschäftsmodells.

Entsprechend muss sich ein Unternehmen Gedanken über die Wertschöpfungskette, das Ertragsmodell und das Wertversprechen an seine Kunden machen.

Diese vier Fragen bilden zusammen mit der allgemeinen Ausrichtung zu digitalen Geschäftsmodellen in den drei Segmenten Banken und Versicherung, Handel und verarbeitendes Gewerbe die Grundlage für die Studie.

Abbildung C 7.1: Dimensionen eines Geschäftsmodells



Quelle: in Anlehnung an Gassmann et al. (2014)

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: Nach der Einleitung wird auf jedes der drei Segmente gesondert eingegangen, wobei jeweils der gleiche Aufbau gewählt wird. So geht jedes Unterkapitel nach einer kurzen Einführung zunächst auf die wichtigsten Trends mit Bezug auf die Digitalisierung ein und beschreibt deren Auswirkungen auf die vier Dimensionen eines Geschäftsmodells nach Gassmann et al. (2014): Wertversprechen (Value Proposition), Wertschöpfungskette (Value Chain), Ertragsmodell (Revenue Model) und Kundensegment (Customer Segment).² Abschliessend wird jeweils der Stand der Schweizer Unternehmen zusammengefasst und Implikationen abgeleitet. Es ergeben sich dabei spezifische Stärken, Schwächen und Risiken, aber auch Chancen, von denen die wichtigsten Aspekte in einer tabellarischen Übersicht im Anhang zu finden sind. Die Studie endet mit einer Zusammenfassung und der Ableitung von Handlungsempfehlungen.

² Wertversprechen (auch Nutzenversprechen): Produkt und / oder Service, die eine Reihe von Attributen umfassen, die für den Kunden nützlich sind und den Erwerb attraktiv erscheinen lassen.
Wertschöpfungskette: Gesamtheit aller Prozesse und Aktivitäten, die zu einer Wertschöpfung (z.B. der Herstellung des Produktes oder der Ausübung eines Service) beitragen.
Ertragsmodell: Art und Weise, wie das Unternehmen Geld verdient.
Kundensegment: spezifisch ausgewählter Kundenkreis.

¹ <https://axiom.com>, Internet of Things (IoT) – Plattform von TRUMPF.

Methodik

Zunächst wurde der Rahmen der Studie (Dokumententypen, Zeitraum sowie Themen- und Länderfokus) definiert. Ihre Basis sind primär Faktenzusammenstellungen (Whitepaper), Studien, Newsletter, Unternehmensbeiträge und Artikel, die nach 2016 publiziert wurden. Weiter wurde eine umfassende Literaturanalyse durchgeführt. Der Fokus lag dabei auf digitalen Geschäftsmodellen, Digitalisierung und neuen Produkten, digitalen Produkten und Services bei etablierten Unternehmen und Startups.

Auf dieser Grundlage wurden ein semi-strukturierter Interviewleitfaden konzipiert und neun Experteninterviews durchgeführt. Die Auswahl der Experten erfolgte durch eine themenspezifische Eingrenzung sowie durch deren Expertise und Verfügbarkeit. Anschliessend wurden die Erkenntnisse aus den Interviews und der Literaturanalyse konsolidiert. Aus Gründen der Lesbarkeit wurden die aus diesen Interviews gewonnenen Kommentare direkt in den Text integriert und nicht explizit referenziert.

Eine umfassende Beschreibung des methodischen Vorgehens findet sich im Anhang.

7.2 Digitale Geschäftsmodelle in der Schweiz

Im Folgenden wird zunächst auf den Stand des Bank- und Versicherungswesens bezüglich digitaler Geschäftsmodelle eingegangen. Danach werden die Untersuchungsergebnisse des Handelssektors und des verarbeitenden Gewerbes dargestellt.

7.2.1 Banken und Versicherungen

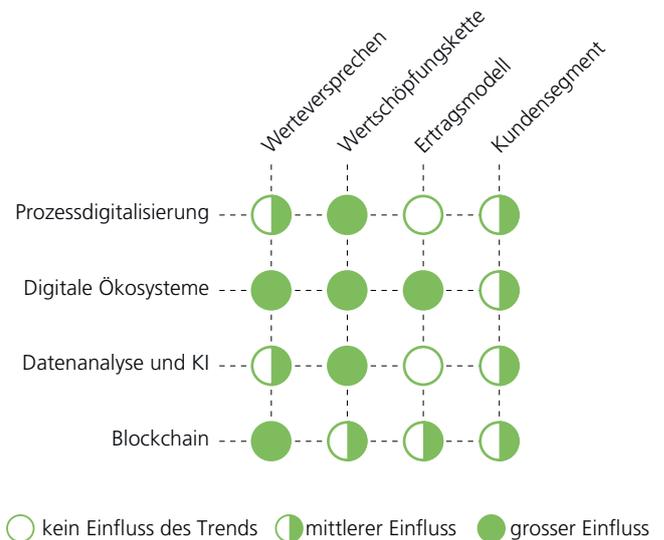
Die Finanzbranche hat eine kontinuierlich sinkende Bruttowertschöpfung. Dies zeigt sich daran, dass der Anteil an der gesamten Bruttowertschöpfung der Schweiz in den letzten zehn Jahren von 8,5 % auf 4,8 % (2017) gefallen ist. Dennoch können die Banken einen relativ konstanten Jahreserfolg von etwa CHF 62 Mrd. ausweisen. Die Bruttowertschöpfung der Versicherungsbranche hingegen blieb relativ stabil. Sie konnte den Wertschöpfungsanteil von ca. 4,5 % über die letzten zehn Jahre halten (BFS, 2018e). Das gleiche Bild zeigen die Mitarbeiterzahlen in den beiden Branchen. Die Finanzbranche durchlebt, in Relation zur signifikant sinkenden Bruttowertschöpfung, einen vergleichsweise geringen Abbau von Beschäftigten. Die Versicherungsbranche zeigt stabile Beschäftigtenzahlen (Statista, 2018a, 2018c).

Trends der Digitalisierung

Der in den Recherchen und Interviews meist genannte Trend in beiden Branchen ist nach wie vor die Prozessdigitalisierung (siehe Abbildung C 7.2). Durch einfachere und schnellere Prozesse können signifikante Effizienzgewinne realisiert werden. Des Weiteren

sind die digitalen Ökosysteme, die Datenanalyse und die Distributed Ledger Technologie (DLT)³ Blockchain-relevante Technologien⁴ für Banken und Versicherungen.

Abbildung C 7.2: Die digitalen Haupttrends und ihre Einflüsse auf das Geschäftsmodell



Quelle: Darstellung Hochschule Rapperswil und Universität St. Gallen

Wertversprechen: Die grössten Veränderungen im Wertversprechen werden im Bereich der Kundeninteraktion durch automatisierte Geschäftsprozesse und neue Technologien erwartet, nicht durch gänzlich neue Geschäftsmodelle (Borg et al., 2019). Denn die Grundbedürfnisse der Kunden von Banken und Versicherungen haben sich in den letzten Jahren nicht wesentlich verändert. Beispiele dafür sind etwa Robo-Advisor-Systeme (Digitalisierung und Automatisierung der Finanzberatung), Online-Anmeldungen für Versicherungen und Bankkonten oder sogenannte E-Bills.⁵ Anpassungen in der Produkt- und Servicegestaltung werden in der Finanzdienstleistungsbranche zunehmend von FinTech-Unternehmen initiiert (Fend & Hofmann, 2018).

Digitale Ökosysteme sind für Banken und Versicherungen wichtige Themen der Zukunft, können jedoch auch eine Gefahr für das angestammte Geschäft darstellen (Borg et al., 2019). Dabei geht es darum, organisationsübergreifend Daten zur Verbesserung eines Service auszutauschen. In der Europäischen Union wurde mit der PSD2-Schnittstelle (Payment Services Directive) das sogenannte Open Banking rechtlich verankert und standardisiert. Schweizer

³ Distributed Ledger Technologie (DLT): Die Technik der verteilten Kassenbücher beschreibt eine Art von Dokumentation von Transaktionen. Dabei werden die Daten nicht an einem Ort, sondern in vielen gespiegelten «Büchern» gespeichert. Die bekannteste Anwendung für DLT sind Blockchains.

⁴ Blockchain ist eine kontinuierlich erweiterbare Liste von Datensätzen, «Blöcke» genannt, die mittels Verschlüsselungsverfahren miteinander verkettet sind.

⁵ E-Bills sind ein digitaler Service von SIX Payment Systems und Post Finance, bei dem die Rechnungen anstelle per Mail oder Post direkt in das E-Banking-System versendet werden.

Banken arbeiten derzeit an ähnlichen Lösungen, unter anderem auch in Zusammenarbeit mit Versicherungen, werden aber PSD2 vorerst nicht einführen («Open Banking: Schweizer Finanzplatz will einen einheitlichen Stecker», 2018; Lüpold, 2017). Banken und Versicherungen werden sich künftig auch in der Schweiz auf digitale Ökosysteme einlassen müssen (Niklowitz, 2018). Dabei wird sich das Geschäftsmodell von Unternehmen innerhalb von digitalen Ökosystemen gänzlich verändern. Die Unternehmen werden von einem Komplettanbieter zum Anbieter eines Teils einer integrierten Lösung, auf die sie sich spezialisiert haben.

Viele Unternehmen verfolgen die Blockchain-Technologie. Der Einsatz von diesen Distributed-Ledger-Technologien in Hinsicht auf Kryptowährungen ist bei vielen etablierten Banken und Versicherungen derzeit nicht geplant. Im Bereich der FinTech-Unternehmen ist dies jedoch nach wie vor ein grosses Thema. Viele Unternehmen versuchen, mit Kryptowährungen neue Geschäftsmodelle zu etablieren. Im Rahmen des Krypto-Hypes wurden auch sehr viele Unternehmen mit sogenannten Initial Coin Offerings als neue Art des Crowdfundings zur Unternehmensfinanzierung gegründet. Im Zusammenhang mit der Digitalisierung von Vermögenswerten wie Aktien oder Forderungen werden Distributed-Ledger-Technologien bedeutsam werden (Ankenbrand et al., 2019).

Wertschöpfungskette: Ein Grossteil des Budgets für die Digitalisierung wird in die Weiterentwicklung oder Digitalisierung von bestehenden Prozessen investiert und nicht für gänzlich neue Produkte oder Geschäftsmodelle verwendet. Dabei geht es hauptsächlich darum, die Prozesse effizienter zu gestalten, um Kosten und Zeit zu sparen. Tendenziell sind weniger Mitarbeiter notwendig, um die gleiche Arbeit bei gleichbleibender Qualität durchzuführen (Borg et al., 2019).

Der Einsatz von Algorithmen für die Datenanalyse gewinnt erst langsam an Bedeutung. Die systematische Nutzung von Big Data⁶ ist nach wie vor selten. Die Hälfte der Schweizer Banken hat noch keine konkrete Initiative für den Einsatz von Datenanalysemethoden gestartet (Borg et al., 2019). Versicherungen hingegen sind bereits stark versiert im Umgang mit Daten. Es existieren auch schon vollkommen digitalisierte Produkte, die aufgrund von Daten aus bekannten Quellen etwa Zahlungen auslösen (z.B. Flugverspätungsversicherungen). Der Umgang mit Daten aus verschiedenen Quellen, z.B. zusammengefasst in Big Data Lakes,⁷ muss jedoch auch bei den Versicherungen noch erlernt werden.

Ertragsmodell: Eine erwähnenswerte Änderung im Ertragsmodell könnte eine nutzungsbasierte Bezahlung von Versicherungen mithilfe von Smartphones und Internet of Things-Geräten sein. Es wäre beispielsweise möglich, zu erkennen, wann der Kunde in ein Auto steigt, wer die Mitfahrer sind und wohin er fährt. Somit könnte automatisiert eine auf den Kunden und dessen momentane Situation angepasste Versicherung erstellt werden. Zu beachten ist, dass der Preiskampf und die Kundenbedürfnisse mit digitalisierten Produkten tendenziell weiter steigen (Borg et al., 2019).

Kunden können über Vergleichsportale in kürzester Zeit die günstigsten Angebote suchen und nutzen. Die Markttransparenz steigt weiter, und die Angebote der Anbieter werden ebenfalls immer ähnlicher und damit austauschbarer (Steck, 2018).

Kundensegment: Die oben genannten Trends werden für die Kundensegmente von Banken und Versicherungen nur marginale Auswirkungen haben. Die Grundbedürfnisse wie das Überweisen oder Anlegen von Geld bei Banken oder auch der Wunsch nach einer Risikoabdeckung bei Versicherungen sind nach wie vor gleich. Die Banken und Versicherungen müssen sich jedoch überlegen, wie sie in Zukunft den Tech-Giganten wie Apple oder Amazon, aber auch der Konkurrenz aus dem asiatischen Raum wie Alibaba oder Tencent (WeChat) begegnen. Die Gefahr ist, dass die Tech-Giganten, aber auch andere Banken und Versicherungen im Ausland lernen, mit der Digitalisierung und deren Skalierung umzugehen und dann die Technologie in die Schweiz exportieren und adaptieren (Ankenbrand et al., 2019). Diese Technologien und Plattformen kommen weitgehend ohne Banken aus. Zudem haben diese Anbieter bereits eine sehr grosse Kundenbasis und können stärker skalieren als herkömmliche Finanzunternehmen (Borg et al., 2019).

Stand der Digitalisierung

Die grossen Schweizer Banken haben im internationalen Bankenvergleich den State-of-the-Art bezüglich der Digitalisierung erreicht. Regional- und Kantonalbanken tätigen derzeit Projekte, insbesondere im Bereich der Prozessautomatisierung. Klein- und Privatbanken sehen die Notwendigkeit zur Digitalisierung mehrheitlich noch nicht (Borg et al., 2019).

«Die trägeren Kunden und der geringere Wettbewerbsdruck in der Schweiz haben den Banken bisher eine Umsetzung vieler Massnahmen erspart.»
(Hirt, 2019)

Die Schweizer Versicherungen liegen im internationalen Vergleich tendenziell unter dem europäischen Durchschnitt. Die Versicherungen und Banken würden jedoch die nötigen Technologien beherrschen, um die Digitalisierung umzusetzen. Innovationen werden oft nicht umgesetzt, da sie das bisherige Geschäft schädigen könnten. Ebenfalls verhindern Banken und Versicherungen oftmals Innovation aufgrund selbst auferlegter Regelungen bezüglich Datenschutz und Governance, obwohl die Regularien teilweise Spielräume zulassen. Diese Handlungsspielräume versuchen Start-ups auszunutzen, zu wachsen und auch den etablierten

⁶ Big Data bezieht sich auf Datenmengen, die oft gross, komplex, schnelllebig und unstrukturiert sind. Der Sprachgebrauch meint mit Big Data auch die Technologie, mit der die Datenmengen gesammelt und ausgewertet werden.

⁷ Ein Big Data Lake ist eine unstrukturierte Sammlung von Daten aus einer Vielzahl von Quellen.

Banken ihre Dienstleistungen anzubieten. Die Fin- und InsurTech-Unternehmen versuchen dabei nicht, den bestehenden Unternehmen Konkurrenz zu machen. Es handelt sich um Spezialisten, die auf Nischenmärkten agieren oder gezielt versuchen, einzelne Geschäftsprozesse zu automatisieren. Diese Geschäftsprozesse bieten sie den etablierten Unternehmen über Schnittstellen an. Führende FinTech-Unternehmen benutzen dabei nicht zwingend neuartige Technologien, sondern führen solide Businessmodelle gut und effizient aus (Galvin et al., 2018).

«Traditionelle Finanzinstitute müssen sich weiterentwickeln, damit sie nicht irrelevant werden.»
(Ankenbrand et al., 2019)

Die Mitarbeiter der Banken und Versicherungen sind bestens ausgebildet und kennen die Kunden und Märkte sehr gut. Ebenfalls ist das nötige Know-how für die Digitalisierung oft bereits vorhanden. Auch gehören die Produkte, die von Schweizer Banken und Versicherungen angeboten werden, weltweit zu den besten. Zum Beispiel sind die Abläufe bei einer Schadensmeldung bei Schweizer Versicherungen für den Kunden bereits sehr effizient. Auch die Qualität der Prozesse stimmt. Nur sind diese Prozesse heutzutage noch mit viel Aufwand im Hintergrund verbunden. In Zukunft könnten diese, grösstenteils gar mit bleibender oder steigender Qualität, automatisiert werden (Fend & Hofmann, 2018).

Barrieren für die Digitalisierung

Die Agilität, die für die nötigen Veränderungen erlangt werden muss, ist in den meisten Betrieben in beiden Branchen noch nicht in die Unternehmenskultur eingeflossen. Insbesondere hindert das hierarchische Konstrukt die Unternehmung daran, die nötige Geschwindigkeit auf dem Weg zur digitalen Organisation aufzunehmen (Borg et al., 2019). Lange Entscheidungswege sowie eine Vielzahl komplexer Prozesse machen die Organisationen träge. Insbesondere in den grossen Unternehmen mit vielen Produktbereichen wird noch immer stark in Silos gedacht. Das heisst, dass jeder Geschäftsbereich strikt vom anderen getrennt ist. Ebenfalls sind die IT-Departemente oftmals ausgegliedert und nicht in den Geschäftsfeldern integriert. Um die Transformation erfolgreich durchzuführen, wird das Change Management extrem wichtig. Die Mitarbeiter müssen unbedingt in den Wandel miteinbezogen werden und diesen mitbestimmen können.

Implikationen für die Zukunft

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Banken und Versicherungen mehr Mut brauchen, um etwas auszuprobieren. Ansonsten besteht die Gefahr, dass andere die Digitalisierung durchführen und auf dem Schweizer Markt Fuss fassen (Fend & Hofmann, 2018). Die Banken und Versicherungen müssen dabei einen optimalen Weg zwischen Agilität und Stabilität finden (Borg et al., 2019). Es wird ein Kulturwandel nötig sein: weg von starren Hierarchien und stark getrennten Geschäftsfeldern hin zu einer agilen Gesamtorganisation. Wichtig für diesen Schritt werden auch digitale Ökosysteme sein, wobei das Denken in Netzwerken und Partnerschaften für die Unternehmen zentral wird. Es muss und kann nicht mehr alles intern erledigt werden: Beim Zahlungsdienst

TWINT arbeiten beispielsweise diverse Schweizer Banken sowie der Zahlungsdienstleister SIX zusammen. Sie zeigen, dass mit vereinten Kräften attraktive Alternativen zu den Angeboten der Tech-Giganten (z.B. Apple Pay) geschaffen werden können.

«Was können Versicherungen von Start-ups lernen?
Es ist ein gegenseitiger Austausch, von dem beide Parteien stark profitieren. Wir schätzen besonders die Agilität, die frischen Ideen und die Möglichkeit, Lösungen schnell und unkompliziert zu testen.»
(Wildi, 2017)

7.2.2 Handel

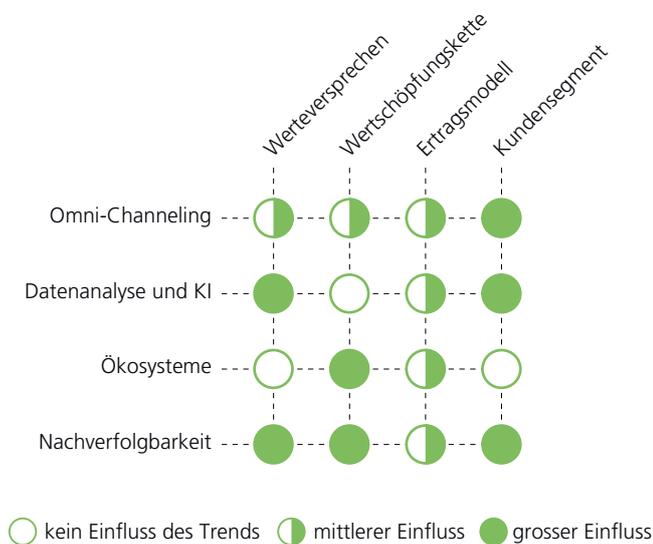
Der Umsatz im Schweizer Detailhandel ist seit 2001 von CHF 83 Mrd. auf CHF 91 Mrd. gewachsen, stagniert aber seit 2014 (Statista, 2018b). Besonders hervorzuheben ist der Unterschied der Umsatzveränderungen im Detailhandel sowie im Online- und Versandhandel in der Schweiz. Hier zeigen sich markante Unterschiede, die das Geschäftsvolumen (Business to Consumer Volumen, B2C) abbilden. Während 2014 / 15 der stationäre Detailhandel eine massive Umsatzeinbusse von -2,4 % hinnehmen musste, konnten der Online- und Versandhandel gegenüber dem Vorjahr um +7,5 % zulegen.

Trends der Digitalisierung

Der grösste Trend im Handel ist das Omni-Channeling,⁸ das durch internetfähige, mobile Endgeräte die generelle Kaufvorbereitung seit einigen Jahren stark verändert (Heinemann, 2017). Des Weiteren wird die Fähigkeit, verschiedene Datenquellen zu integrieren, um individuelle Angebote und Services anbieten zu können, zum Erfolgsfaktor für Handelsunternehmen. Die Fähigkeit, mit Daten umgehen zu können, wird in diesem Zusammenhang Wettbewerbsvorteile bieten (Rudolph & Linzmajer, 2014). Weitere Trends im Handel sind die zunehmende kundengetriebene Individualisierung, die den Technologietrend Rückverfolgbarkeit (Traceability) begünstigt, sowie verschiedene Handels- und Preisvergleichsplattformen, die als Ökosysteme zusammengefasst werden (siehe Abbildung C 7.3).

⁸ Die parallele Nutzung der unterschiedlichen Einkaufs- und Informationskanäle wird Omni-Channeling genannt. Digitale Technologien unterstützen diesen Ansatz.

Abbildung C 7.3: Die digitalen Haupttrends und ihre Einflüsse auf das Geschäftsmodell



Quelle: Darstellung Hochschule Rapperswil und Universität St. Gallen

Wertversprechen: Für eine erfolgreiche Digitalisierung ist ein Omni-Channel-basiertes Geschäftsmodell unabdingbar (Boersma, 2016). Ein Ansatz ist beispielsweise «Click & Collect» (online bestellen und in einem Geschäft abholen). Dieser Ansatz findet bislang aber nur langsam Einzug im stationären Handel⁹ (Micha & Koppers, 2016). Die Unternehmen Digitec und Brack haben erfolgreich gute Omni-Channeling-Strategien umgesetzt. Der heutige Überfluss an Gütern und Konsum erfordert von Handelsunternehmen eine gezielte Absatzförderung. Der Kunde möchte individueller und, trotz grosser Vielfalt, gezielter zum Kauf animiert werden (Lefkes et al., 2017). Besonders Big Data und die zunehmende kundengetriebene Individualisierung bieten die Technologie und den Anreiz hierzu, wodurch der Erfolg von Handelsunternehmen massgeblich beeinflusst wird (Rudolph & Linzmajer, 2014).

Wertschöpfungskette: Es gilt, mit dem bestehenden Geschäftsmodell mehr zu bieten und die Kosten zu senken. Die Nutzung der Digitalisierungsmöglichkeiten zur Verkürzung und Automatisierung von Wertschöpfungsketten, um die damit assoziierten Kosten zu verringern, wird essentiell (Wolters, 2016). Die klassischen Wertschöpfungsketten des Handels haben sich deutlich verändert. Dies erfolgte hauptsächlich aufgrund der fortschreitenden Individualisierung des Angebots und der Nutzung von Handelsplattformen, was stark mit der Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Artikels in der Wertschöpfungskette zusammenhängt. Des Weiteren bedrängen vorgelagerte Marktteilnehmer (Hersteller) oder digitale Ökosysteme (z.B. Preis- und Produktsuchmaschinen) die Händler und können diese schlicht überflüssig machen (Micha & Koppers, 2016). Der stationäre Handel kann diesen Trends durch Kooperationen mit den Herstellern, etwa über integrierte Markenshops oder exklusive Produkte, entgegenwirken (Bariso, 2019).

⁹ Der stationäre Handel beschreibt den Handel, der an einem festen Platz vom Kunden aufgesucht wird.

Ertragsmodell: Digitale Lösungen wie das Mobile-Payment vereinfachen den Kaufprozess und ermöglichen es dem Kunden, jederzeit und überall einzukaufen (Radowitz, 2018). Omni-Channel-Konzepte beeinflussen das stationäre Ladengeschäft, auch wenn dieses in der Zukunft weiterhin als wichtigstes Vertriebsselement im Einzelhandel angesehen wird. Der Online-Handel kann als Option zur Erweiterung der eigenen Reichweite angesehen werden (Gläss & Leukert, 2017). Bis heute haben jedoch stationäre Handelsgrößen Probleme, ihre Strategie sinnvoll auf ihre Online-Aktivität zu übertragen (Zerdick & Hefe, 2017). Der Aufbau erfolgreicher Geschäftsmodelle erfordert hohe Systeminvestitionen und eine Kundenzentrierung (Heinemann, 2017). Data Analytics (siehe Abschnitt Customer Segment) kann bezüglich der Kundenzentrierung sinnvolle Informationen bereitstellen, die durch kundenspezifische Angebote und Aktionen zum Kauf anregen. Weiter versuchen die Händler, mit zusätzlichen Services ihr Angebot zu erweitern.

Kundensegment: Die wohl derzeit grösste Veränderung für das Kundensegment macht die Omni-Channeling-Fähigkeit der Unternehmen aus. Der Kunde wird jedoch nicht grundsätzlich zwischen den Verkaufskanälen wählen, sondern sich für die bequemste und einfachste Bezugsform entscheiden. Unternehmen, die flexibel zwischen allen Kanälen wechseln, sind hier klar im Vorteil (Gläss & Leukert, 2017). Data Analytics liefert die Fähigkeit, grosse Datenmengen zu sammeln und zu analysieren, um dann dem Kunden individuelle Angebote und Services anbieten zu können. Die grösste Herausforderung liegt in der Datenbeschaffung und -analyse, im Datenschutz sowie in der intelligenten Kundenkommunikation (Rudolph & Linzmajer, 2014). Um dem Trend der Individualisierung der Kunden entgegenzukommen, müssen die Händler die Rückverfolgbarkeit aller Artikel gewährleisten.

Stand der Digitalisierung

Unternehmen mit internet-basierten Geschäftsmodellen drängen immer weiter in den stationären Handel ein und machen diesem Marktanteile streitig. Die stationären Händler hinken in der Digitalisierung hinterher. Die grossen Akteure in der Schweiz agieren mit starkem Fokus auf interner Prozessautomatisierung sowie auf kundenfokussierten neuen Services. Insbesondere die grossen Händler versuchen, wesentlich stärker Daten zu nutzen, um gezieltere Kundenakquise und anschliessende Bindung zu erreichen. Es geht darum, riesige Datenmengen an Kundeninformationen und -verhalten zu sammeln (z.B. über Kundenkarten, mobile Apps oder Mobile Payment), um diese für individuelle Kundenangebote zu nutzen. Diese individuellen Angebote stärken wiederum die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen (Rudolph & Linzmajer, 2014). Insgesamt hinkt die digitale Kompetenz im Schweizer Handel noch hinterher, da Unternehmen sich zu wenig effektiv mit der Thematik befassen und häufig noch interne Geschäftsprozesse digitalisieren müssen.

«Digitalisierung transformiert das traditionelle Geschäftsmodell des Handels.»
(Lefkes et al., 2017)

Barrieren für die Digitalisierung

Insbesondere kleine Unternehmen haben oftmals die nötigen Mittel und Kompetenzen nicht, um grosse Digitalisierungsprojekte durchführen zu können. Das Festhalten an bestehenden Prozessen sowie eine zu starke Fokussierung auf das Sortiment führen dazu, dass sie die Digitalisierung oft als Gefahr und nicht als Chance wahrnehmen. Ohne automatisierte Prozesse neben der entsprechenden Systemunterstützung sind neue, digitale Geschäftsmodelle nicht umsetzbar (Heinemann, 2017).

Implikationen für die Zukunft

Der Trend hin zu weniger Lagerflächen, Just-in-time-Lieferungen und kleineren Losgrössen funktioniert bislang mit bestehenden Anlagen und Prozessen gut. Die Prozesse müssen aber zwingend digitalisiert werden, um den Wandel im Handel bewältigen zu können. Die Marktdominanz einzelner Handelsplattformen führt dazu, dass diese den Kundenzugang weitestgehend kontrollieren. Umgekehrt können ausschliesslich auf den Online-Bereich fokussierte Anbieter ungehindert Multi-Channels¹⁰ nutzen, um die Bedürfnisse und Anforderungen der Kunden zu befriedigen (Micha & Koppers, 2016). Viele Händler werden hierbei verlieren, während Hersteller, besonders aufgrund der passgenauen Personalisierung und Kundeninteraktionen, gewinnen werden. Plattformen wie Portale und Marktplätze profitieren, da sie zusätzlich die Märkte adressieren, welche die Hersteller selbst nicht bedienen können. Der stationäre Handel wird immer die Beratung als Kostentreiber aufweisen, kann jedoch aufgrund neuer Technologien, zum Beispiel die Anprobe von Kleidern mithilfe von «Augmented Reality», Einsparungen erzielen. Es gilt zu beachten, dass die Digitalisierung je nach Ausprägung enorme Investitionskosten hervorrufen kann, weshalb sich hauptsächlich kleinere Anbieter weiter spezialisieren und sich durch innovative Ladenkonzepte und persönliche Kundenbeziehungen von der Konkurrenz abheben müssen (Rudolph & Linzmajer, 2014).

Der Geschäftsbereich (B2B-Bereich) darf nicht unterschätzt werden, da Zwischenstufen wie der stationäre Handel komplett ausgeschaltet werden können. Des Weiteren ist der B2B-Bereich deutlich weiter in der Umsetzung von digitalisierten Geschäftsprozessen als der Bereich zwischen Unternehmen und Kunden (B2C-Bereich). Im B2C-Bereich sollte auf eine integrierte Nutzung und Anwendung der digitalen Technologien für alle Verkaufskanäle gesetzt werden (Radowitz, 2018). Die Digitalisierung führt zu einer Verlagerung der Kaufentscheidung vom Laden zu den mobilen Geräten der Verbraucher (Wider, 2016). Omni-Channeling ermöglicht das mobile Einkaufen von heute (Heinemann, 2017). Die Verbraucher besitzen deutlich mehr Macht, die bis zur Beteiligung der Kunden an der Entwicklung eines Endprodukts reicht (Lefkes et al., 2017). Auch kennen sich Kunden zunehmend in der digitalen Welt und dessen Kanälen sehr gut aus, wodurch es immer wichtiger wird, auf ihre Affinität einzugehen (Apt et al., 2016). Das mobile Bezahlen (Mobile Payment) spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Es ist in Asien weiterentwickelt und wird stärker genutzt als in Europa.

¹⁰ Bei Multi-Channels handelt es sich um die parallele Nutzung von physischen Vertriebskanälen und Online-Marktplätzen.

«Durch die Massendigitalisierung hat sich das Kräfteverhältnis zwischen Kunden und Unternehmen geändert. Kunden haben mehr Macht und Einfluss.»
(Rudolph & Linzmajer, 2014)

7.2.3 Verarbeitendes Gewerbe: Pharma- und Chemieindustrie sowie MEM-Industrie

Das verarbeitende Gewerbe ist in der Schweiz mit einer grossen Tradition verbunden und spielt heute noch eine bedeutende Rolle in der Schweizer Wirtschaft. Trotz der hohen Lohnkosten und des starken Frankens befindet sich der Sektor generell in einer guten Verfassung und war 2018 der stärkste Wachstumstreiber (SECO, 2019). Der Fokus liegt auf den beiden Sektoren MEM sowie Pharma und Chemie. Die beiden Sektoren unterscheiden sich deutlich voneinander.

7.2.3.1 Pharma- und Chemieindustrie

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Pharmabranche ist für die Schweiz sehr hoch und in den letzten Jahren noch weiter gewachsen (Interpharma, 2018a). Im sekundären Sektor hatte diese zusammen mit der Chemieindustrie den grössten Anteil am jährlichen Wachstum der Bruttowertschöpfung (insgesamt 1,51 Prozentpunkte 2016) (BAK Economics AG, 2017). Weiter gilt der Pharmasektor als der produktivste Sektor in der Schweiz mit einer realen Wertschöpfung von rund 350 CHF je geleistete Arbeitsstunde (zum Vergleich: Finanzsektor, 138 CHF / h) (Interpharma, 2018a). Die Schweizer Pharma- und Chemieindustrie ist mit einem Volumen von 104 Mia. CHF und über 44 % des Aussenhandels die grösste Exportindustrie der Schweiz (scienceindustries, 2019). Daneben berichten Unternehmen wie Roche und Novartis von gestiegenen Gewinnen 2018 und können so auf ein finanzielles Polster zurückgreifen (Handelszeitung, 2019a, 2019b).

Neben der Wichtigkeit für den Schweizer Markt könnten die Voraussetzungen für die Schweizer Pharma- und Chemieindustrie für den erfolgreichen Einsatz von digitalen Technologien kaum besser sein. Speziell die Pharmaindustrie setzt seit Jahrzehnten auf bekannte Lean-Prinzipien,¹¹ um stetig Produktivitätssteigerung (Effizienz) und Effektivität der Produktion (bestmögliche Zielerreichung, Qualitätsniveau, Liefertreue etc.) zu erzielen sowie wenig- bis nicht-wertschöpfende Tätigkeiten sukzessiv zu eliminieren. Auf Produktionsseite ist das Ergebnis eine hohe Prozessstabilität, schlanke Prozesse und eine hohe Produktivität.

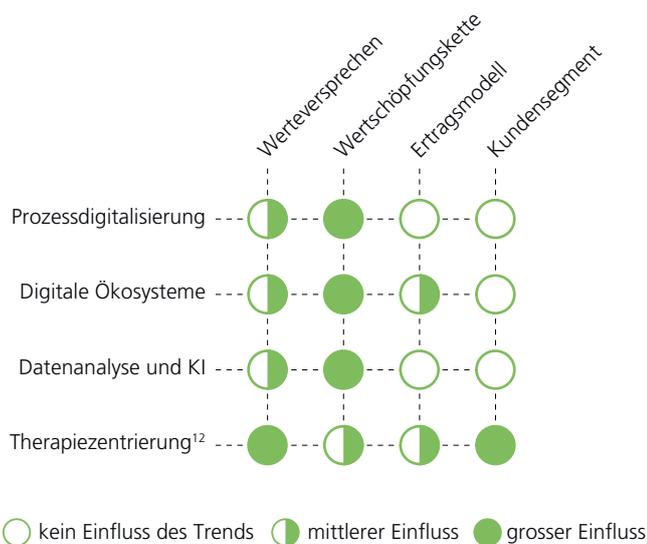
Trends der Digitalisierung

In der Pharma- und Chemieindustrie konnten insbesondere vier Trends (siehe Abbildung C 7.4) identifiziert werden. Diese haben jeweils einen unterschiedlich grossen Einfluss auf die vier Aspekte

¹¹ Lean-Prinzipien sind Teil des Lean Managements, das für «Werte ohne Verschwendung schaffen» steht. Die Lean-Prinzipien umfassen eine Vielzahl von Ansätzen, beispielsweise das Flussprinzip. Zentraler Bestandteil ist die Eliminierung von Verschwendung (Waste) um eine Erhöhung der Effizienz und Effektivität (Produktivität) zu erreichen.

des Geschäftsmodells (Gassmann et al., 2014). Grundsätzlich fokussieren sich deren Wirkungsbereich und die damit verbundenen Digitalisierungsbemühungen auf die Wertschöpfungskette innerhalb der Konzerne. Die Auswirkungen auf den Kunden beziehungsweise den Markt hin sowie auf die Produkte selbst sind dagegen schwächer ausgeprägt.

Abbildung C 7.4: Die digitalen Haupttrends und ihre Einflüsse auf das Geschäftsmodell



Quelle: Darstellung Hochschule Rapperswil und Universität St. Gallen

Wertversprechen: Der Vertrieb von umsatzstarken Medikamenten (Blockbuster-Medikamente) ist heute noch der gängigste Ansatz forschungsgetriebener Pharmaunternehmen (Gross, 2019). Deren Entwicklung benötigt viel Zeit und noch mehr Geld, was sich in hohen Umsatzzahlen auszahlt (EY, 2018a). Hier zeichnet sich die klassische Innovationsstärke der Schweizer Unternehmen aus. Jedoch kann die Schweiz insbesondere im Bereich der digitalen Innovationen (neue digitale Produkte und Services) weltweit noch nicht an die vorderen Plätze anknüpfen (Deloitte, 2018). Äusserungen zu einer möglichen Änderung des Wertversprechens sind rar. Meist wird in diesem Zusammenhang von einer Veränderung der Beziehung zum Kunden angesprochen (siehe unten).

Wertschöpfungskette: Der Wandel hin zu Innovationsökosystemen bedeutet eine Vielzahl von Kooperationen mit anderen Unternehmen und Behörden innerhalb der Wertschöpfungskette, um so über das Teilen von Daten Kundenbedürfnisse besser adressieren zu können und eine Strategie der Patientenzentrierung zu verfolgen (BearingPoint, 2017; KPMG International, 2018; Gross, 2019; WEF, 2017).

¹² Therapiezentrierung: Individualisierung der Behandlung auf den einzelnen Patienten in Form von massgeschneiderten Medikamenten und Therapieplänen.

Neben den Änderungen der Geschäftsmodelle mit Auswirkungen auf den Kunden, die heute meist noch am Anfang stehen, fokussieren viele Pharmaunternehmen ihre Digitalisierungsbemühungen auf die Optimierung der internen Wertschöpfungskette. So helfen digitale Technologien wie Cloud-Computing, Big Data und intelligente Analyseverfahren bei der Erhöhung der Effizienz (BearingPoint, 2017; Teigheder & Hofmann, 2018). Die aggregierte Analyse von Daten aus klinischen Studien, Forschung und Erkenntnissen aus verwandten Themengebieten in Kombination mit dem Zugriff auf Expertenwissen und Fachliteratur durch künstliche Intelligenz soll in Zukunft die Entwicklung neuer Medikamente deutlich schneller, besser und günstiger machen (McKinsey & Company, 2018; Teigheder & Hofmann, 2018). Entscheidend ist es hierbei, aus einem Meer an Daten die relevanten Informationen und Schlüsse zu ziehen, weshalb Pharmakonzerne stark am Aufbau der entsprechenden Fähigkeiten, unter anderem durch Akquisitionen, arbeiten müssen (EY, 2018b; Teigheder & Hofmann, 2018).

Darüber hinaus unterstützt die Digitalisierung beziehungsweise Automatisierung der Produktion die Erhöhung der Effizienz und Effektivität. Diese ermöglicht die Herausnahme von Mitarbeitern insbesondere aus Bereichen, die aufgrund entsprechender Regularien als kostenintensiver Reinraum konzipiert werden müssen (Prozesstechnik Online, 2018). Zu erkennen ist, dass die Wertschöpfungskette bei Pharma- und Chemieunternehmen auf mehreren Ebenen durch die Digitalisierung betroffen ist.

Ertragsmodell: Der Trend zu Ökosystemen erhöht zwar die Komplexität auch im Bereich des Ertragsmodells, aber fundamentale Änderungen wie zum Beispiel Pay per Use-Modelle in der MEM-Industrie, bei welchen die Bezahlung aufgrund des Gebrauchs erfolgt, werden nicht angesprochen. Es gibt lediglich vereinzelt Ansätze, dass Behandlungskosten erst dann von Krankenkassen bezahlt werden, wenn die Therapie erfolgreich war (Pay for Performance) (Borsch, 2018).

Zu bemerken ist, dass das finanzielle Potenzial, das die Digitalisierung des Geschäftsmodells offeriert, heute selbst bei weit fortgeschrittenen Unternehmen in der Chemieindustrie noch nicht wirklich ausgeschöpft wird. Daher sollten sich Schweizer Unternehmen in der näheren Zukunft zunehmend damit auseinandersetzen (Accenture, 2018).

Kundensegment: Die Fokussierung auf den Kunden – sprich die Individualisierung der Therapie und Medikation – bedeutet für die Pharmaunternehmen eine teils umfangreiche Änderung der Geschäftsmodelle und der dahinterliegenden Prozesse (BAK Economics AG, 2017). Dies ermöglicht eine ganz neue Erfahrung für den Patienten und eine bessere Behandlung (KPMG International, 2018). Der Trend der Therapiezentrierung wurde beispielsweise durch den DayOne.swiss-Innovations-Hub für Präzisionsmedizin aufgenommen, um an der Verbindung von Diagnoseverfahren, Behandlungsplänen und digitalen Technologien zu arbeiten (Interpharma, 2018b). Personalisierte Medikation hat zudem Einfluss auf die Art und Weise der Fertigung, die in der Lage sein muss, kleinere Mengen in individuellen Konfigurationen herzustellen

und dies unter Umständen dezentral, sprich näher beim Kunden (Gross, 2019; Wolleb, 2019).

In der chemischen Industrie sieht die Entwicklung ähnlich aus. Hier fördern digitale Technologien ebenfalls die Möglichkeiten, Geschäftsmodelle zu innovieren, um so die Kundenbeziehung zu verbessern, intern durch Effizienzsteigerungen Kosten einzusparen, aber auch Wachstum voranzutreiben (Accenture, 2018; WEF, 2017).

Stand der Digitalisierung

Grundsätzlich stellt McKinsey & Company (2018) fest, dass die Pharmaindustrie ein eher geringes Niveau an Digitalisierung im Vergleich zu anderen Branchen aufweist (Fox et al., 2016). Dies gilt ebenso für die Chemiebranche (Accenture, 2018). Trotz der guten Voraussetzungen für die Digitalisierung (u.a. finanzielle Gesundheit und Datengrundlage) ist die forschungsgetriebene Pharmaindustrie seit Jahren mit dem gleichen Geschäftsmodell unterwegs (Gross, 2019). So gilt die Branche im Vergleich zum Einzelhandel oder der Reiseindustrie eher als digitaler Nachzügler (Fox et al., 2016). Sie verfolgt aber zunehmend Digitalisierungsstrategien, um den Rückstand nach und nach aufzuholen (McKinsey & Company, 2018; Teigheder & Hofmann, 2018). Es zeigt sich auf internationaler Ebene, dass Pharmaunternehmen bei der Digitalisierung unterschiedlich weit sind, während Schweizer Unternehmen wie Novartis bereits eine dedizierte Strategie hierzu verfolgen (BearingPoint, 2017).

Barrieren für die Digitalisierung

Barrieren für die Einführung digitaler Technologien lassen sich weniger in infrastrukturellen Merkmalen finden. Die starke Regulierung und die gute finanzielle Situation mit weiterhin hohen Margen auf das traditionelle Geschäft erzeugen wenig Druck, Prozesse und insbesondere Tradition, zu hinterfragen. Primär wird demnach die fehlende Notwendigkeit zur Änderung aufgrund einer nicht genügend vorhandenen externen Wettbewerbssituation als Barriere zur grossflächigen Implementierung digitaler Technologien gesehen (Prozesstechnik Online, 2018).

Implikationen für die Zukunft

Zusammengefasst lässt sich feststellen, dass die Schweizer Pharma- und Chemieindustrie eine Reihe von erforderlichen Voraussetzungen mitbringt, verstärkt auf digitale Technologien wie Big Data-Analyseverfahren oder künstliche Intelligenz zu setzen. Sie war jedoch bis heute entweder nicht in der Lage, diese Voraussetzungen entsprechend umzusetzen, oder hat bisher nicht den finanziellen Druck dazu verspürt. Datenverfügbarkeit ist meist kein Problem, da aufgrund der strengen Auflagen seit jeher ein hoher Dokumentationsaufwand Pflicht ist. Somit sind Pharmaunternehmen für den Einsatz digitaler Technologien prädestiniert. Das Risiko besteht hierbei, dass durch geänderte Analyseverfahren und die Implementierung einer Reihe an neuartigen digitalen Technologien, traditionelle Analyseverfahren abgelöst werden. Somit kann der Markt attraktiv für branchenfremde Technologieunternehmen werden (BAK Economics AG, 2017; EY, 2018a). Gerade Start-ups sehen hier die Möglichkeit, durch eine Fokussierung auf spezielle Indikationen den Patienten einzelne Lösungen anbieten zu können

und so den etablierten Unternehmen einen Teil des Geschäftes streitig zu machen (BAK Economics AG, 2017).

Vielorts sind Digitalisierungsstrategien mittlerweile bei etablierten Unternehmen ganz oben auf der Agenda gerückt (McKinsey & Company, 2018), weshalb anzunehmen ist, dass in näherer Zukunft der Digitalisierungsgrad steigen wird. Jedoch sollten Schweizer Unternehmen dabei beachten, dass digitale Technologien nicht nur zum Wohle der Digitalisierung eingesetzt werden sollten, sondern immer fallspezifisch evaluiert werden muss, ob der Einsatz von digitalen Technologien nutzenstiftend ist. Gleichzeitig sollten klassische Themen wie beispielsweise die schlanke Produktion nicht vernachlässigt werden, da stabile Prozesse die Grundlage für erfolgreiche Digitalisierungsbemühungen sind. Hervorzuheben ist, dass Produktivitätssteigerungen innerhalb der Fertigung auch durch Entwicklungen aus der MEM-Industrie heraus möglich wurden. Da sich die Schweizer MEM-Industrie, wie im folgenden Unterkapitel erläutert wird, bereits durch ein hohes Niveau an Digitalisierung auszeichnet, wäre es zielführend, wenn sich andere Branchen, darunter die Pharma- und Chemieindustrie, an dieser orientieren würden.

7.2.3.2. MEM-Industrie

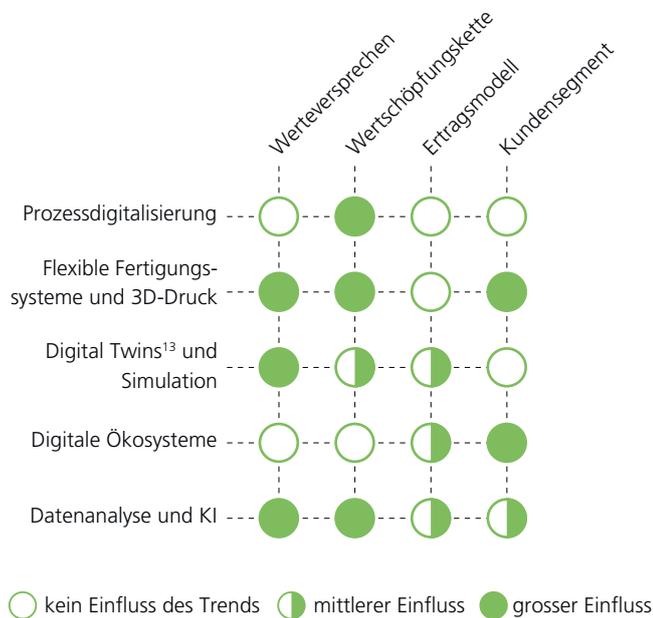
Die Schweizer MEM-Industrie umfasst mit einem Beitrag von 7 % zum Bruttoinlandprodukt den grössten industriellen Sektor. Mit einem Exportbetrag von 67 Mia. CHF trägt die Branche zu fast einem Drittel der gesamten Güterexporte der Schweiz bei. Zahlreiche Betriebe aus dem Maschinen- und Metallbau, der Metallverarbeitung, der Elektrotechnik und Elektronik sowie der Präzisionsinstrumente gehören zu den weltweit führenden Anbietern auf ihrem Gebiet. Darüber hinaus umfasst die MEM-Industrie auch Unternehmen aus Zukunftsbereichen wie der Sensorik, Photonik, Robotik und additiven Fertigung (Swissmem, 2019).

Trends der Digitalisierung

In der MEM-Industrie konnten insbesondere fünf Trends (siehe Abbildung C 7.5) identifiziert werden. Diese haben jeweils einen unterschiedlich grossen Einfluss auf die vier Aspekte des Geschäftsmodells (Gassmann et al., 2014). Grundsätzlich fokussieren sich deren Wirkungsbereiche und die damit verbundenen Digitalisierungsaktivitäten auf die Wertschöpfungskette innerhalb der Unternehmen. Das Wertangebot wandelt sich vom reinen Produktangebot hin zu individualisierten Produkten mit geringen Losgrössen und damit verbundenen Dienstleistungen. Die Auswirkungen auf Bezahlmodelle wird dabei vorwiegend durch datenbasierte Trends und Plattformen getrieben.

Werteversprechen: Dienstleistungen werden bereits seit einiger Zeit in produzierenden Unternehmen als gesonderte Einheit in das Leistungsangebot mit aufgenommen (McKinsey & Company, 2018). Produzierende Unternehmen sehen mittlerweile ein grösseres Potenzial der Digitalisierung in der Steigerung der Marktleistungen als der Effizienz (Swissmem, 2018a). Eine Studie von Swissmem zum Umsetzungsstand von Industrie 4.0 nennt diesbezüglich insbesondere das Schaffen eines Zusatznutzens für den Kunden, die Steigerung der Produkt- und Servicequalität so-

Abbildung C 7.5: Die digitalen Haupttrends und ihre Einflüsse auf das Geschäftsmodell



Quelle: Darstellung Hochschule Rapperswil und Universität St. Gallen

wie die Stärkung der Kundenbindung (Swissmem, 2018b). Ein grosses Potenzial der MEM-Industrie bilden dafür die Daten, die bereits heute in der Produktion, Lagerhaltung und teilweise auch in Produkten vorhanden sind (Swisscom, 2018). Diese können angereichert um Kundeninformationen für die Analyse von Kaufwahrscheinlichkeiten für Dienstleistungen (z.B. Wartungspläne, Logistikunterstützung oder Ersatzteilmanagement) sowie für die Kundensegmentierung eingesetzt werden (McKinsey, 2019).

Das Wachstum der Dienstleistungen ist ein wichtiger Treiber für alle produktbasierten Unternehmen. Fortschritte in der Digitalisierung und Analyse bieten Unternehmen reichlich Möglichkeiten, um zu wachsen und ihr Servicegeschäft zu optimieren (McKinsey, 2019).

Im Rahmen der digitalen Transformation sind also nicht mehr nur die Produkte entscheidend, sondern Gesamtlösungen, die am Kunden ausgerichtet werden, bestehend aus Produkten und Dienstleistungen (BMW, 2017). Ein grosser Vorteil der Schweizer Unternehmen ist ihre globale Aufstellung und damit die Möglichkeit von Skalierung. Die notwendigen Kenntnisse über die Märkte sind weitestgehend vorhanden.

Wertschöpfungskette: Die MEM-Unternehmen reagieren bereits auf die Veränderungen durch die Digitalisierung mit einer schrittweisen Anpassung der internen Strukturen hin zu flexibleren Arbeits- und Organisationsmodellen (FHS St. Gallen, 2017). Dabei ist jedoch nicht die Schaffung neuer, attraktiver Arbeitsplätze oder die Vermeidung technologiebedingter Arbeitslosigkeit ausschlaggebend, sondern das Wachstum der Produktivität (Avenir Suisse, 2017). Um diese zu steigern, sollten die Fortschritte, die zuletzt vor allem im Konsumentenbereich erzielt wurden, auf unternehmensrelevante Bereiche in der produzierenden Industrie ausgeweitet werden (Deloitte, 2018). Hier setzt die MEM-Industrie mit der Gestaltung unternehmensübergreifender Prozesse sowie der stärkeren Einbindung von Kunden und Partnern in die Wertschöpfungskette an (Swisscom, 2019). Laut dem Swiss Manufacturing Survey (Friedli et al., 2018) ist die Steigerung der Produktionseffizienz nach wie vor der wichtigste Treiber von Industrie 4.0. An zweiter Stelle folgt die verbesserte Ausnutzung des existierenden Geschäftsmodells. Die Produktion an Hochlohnstandorten zu halten ist auf dem dritten Rang. An vierter Stelle wird das Angebot von neuen digitalen Services genannt.

Ertragsmodell: Ein Geschäftsmodell der Zukunft ist beispielsweise das Anbieten von Druckluft mit einem Pay per use-Modell. Anstatt einen Kompressor zu kaufen, bezahlt der Kunde demnach pro Kubikmeter Luft (Swissmem, 2018a). Weitere neue Einkommensmodelle können auch in den Bereichen vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance), Bewirtschaftung von C-Teilen¹⁴ sowie Betriebsmittelmanagement entstehen. Das Anbieten von digitalen Geschäftsmodellen über eine Plattform (Plattform as a Service) bietet zudem die Möglichkeit, unkompliziert neue Ideen auszuprobieren und schnell auf den Markt zu bringen (Swisscom, 2018). Die Umsätze durch Künstliche Intelligenz bewegen sich zurzeit noch in marginaler Höhe, dürften sich aber in den kommenden Jahren exponentiell entwickeln (Swisscom / MSM research, 2018). Eine Studie von McKinsey geht davon aus, dass sich Serviceumsätze in den nächsten drei bis fünf Jahren bei Erstausrüstern (Original Equipment Manufacturers, OEMs) ohne zusätzliche Investitionen, neue Produktentwicklungen und Kostensparprogramme verdoppeln lassen (McKinsey, 2019). In gewissen Bereichen der MEM-Industrie geht es momentan nur noch um das Sichern von Marktanteilen. Durch neue Geschäftsmodelle lassen sich jedoch zusätzliche Einkommensmodelle erschliessen.

Kundensegment: Unternehmen fokussieren sich im Rahmen der digitalen Transformation auf ihre Marktleistungen (Swissmem, 2018a). Dies schafft neues Wertschöpfungspotenzial durch die Einbindung von Kunden und Partnern (Swisscom, 2018). Kunden erwarten heute eine höhere Qualität, individuelle Produkte und geringe Lieferzeiten. Darüber hinaus wird durch die steigende Transparenz im Markt den Kunden mehr Macht verliehen (BMW, 2017). Schweizer Industrieunternehmen sehen sich aufgrund der

¹³ Ein Digital Twin ist das digitale Abbild eines materiellen oder immateriellen Objekts aus der realen Welt.

¹⁴ C-Teile sind Artikel, die einen geringen Wert haben, aber aufgrund der grossen Menge einen signifikanten Anteil der Beschaffungskosten ausmachen (z.B. Schrauben und Unterlegscheiben).

sich verändernden Kundenbedürfnisse und Nachfrageunsicherheiten zunehmenden Marktschwankungen ausgesetzt (FHS St. Gallen, 2017).

Stand der Digitalisierung

Laut diversen Umfragen beschäftigt sich ein Grossteil der Schweizer Industrieunternehmen bereits mit der Digitalisierung (Swissmem, 2018a), und die meisten haben schon heute mindestens ein Industrie 4.0-Projekt umgesetzt (Swissmem, 2018b). Damit ist die digitale Transformation in der Schweizer Industrie in vollem Gang. Es existieren bereits zahlreiche Anwendungsfälle entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Rahmen vom Internet der Dinge und Industrie 4.0. Hierzu zählen beispielsweise die Vernetzung sowie die Ausstattung von Maschinen mit Intelligenz. Dadurch ist der Zugriff auf eine Maschine nach der Auslieferung an den Kunden weiterhin möglich. Somit lassen sich Wartungsabläufe verbessern, Verfügbarkeiten optimieren und nutzenabhängige Bezahlmodelle einführen.

Barrieren für die Digitalisierung

Die grössten Barrieren für die Umsetzung von Industrie 4.0 sind fehlende personelle Ressourcen, eine fehlende Bereitschaft der Kunden, Daten bereit zu stellen, sowie eine unklare Wirtschaftlichkeitsrechnung (Swissmem, 2018b). Bei den personellen Ressourcen wird vor allem das Hindernis gesehen, ausländische Fachkräfte in die Schweiz zu holen. Weitere Barrieren bestehen im Bereich Cyber Security sowie in fehlenden finanziellen Ressourcen.

Implikationen für die Zukunft

Aufgrund der Kostensituation in der Schweiz waren die Unternehmen schon früh dazu gezwungen, zu automatisieren und die Digitalisierung intern voran zu treiben. Das bietet ein grosses Potenzial, das Leistungsangebot um Dienstleistungen anzureichern und damit die individuellen Probleme des Kunden zu lösen. Voraussetzung für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle ist jedoch die Entwicklung einer Start-up-Kultur mit Mut zum Risiko, Offenheit, Zusammenarbeit und Neugier. Obwohl die Schweiz über weltweit führende Hochschulen und Forschungsinstitutionen verfügt und diese eng mit der MEM-Industrie zusammenarbeiten, werden immer noch zu wenig Absolventen mit Technologie- und IT-Skills ausgebildet. Die erforderlichen Profile sind derzeit nicht ausreichend verfügbar, wie Führungskräfte der MEM-Industrie feststellen (McKinsey & Company, 2018). Eine erfolgreiche digitale Transformation wird zusätzlich die Aufmerksamkeit für das Changemanagement sowie eine Personalstrategie für das gesamte Unternehmen benötigen (IDG Communications, 2018). IT-Leiter (Chief Information Officers) und Top-IT-Führungskräfte werden in beiden Bereichen eine zentrale Rolle spielen.

7.3 Schlussfolgerungen

Der Blick in die drei Segmente Banken und Versicherungen, Handel sowie verarbeitendes Gewerbe mit Fokus auf digitale Geschäftsmodelle zeichnet ein differenziertes Bild. Generell kann gesagt werden, dass die Schweiz aufgrund des hohen Ausbildungsniveaus und zum Teil starker Marktpositionen gute Voraussetzungen mitbringt, die Transformation hin zu digitalen Geschäftsmodellen zu meistern. Die Ausgangsposition und die Stärke der Unternehmen, vor allem in den Branchen Banken, Versicherungen und Pharma können dabei von Vorteil sein. Branchenspezifisch gibt es Unterschiede. Geht es um die Einführung digitaler Technologien innerhalb des Unternehmens, kann sich die Schweiz insbesondere im MEM-Sektor weltweit messen. Die Schweizer Unternehmen schaffen innovative Geschäftsmodelle. Die Pharmaindustrie holt in diesem Bereich stark auf, während international gesehen andere Akteure nur punktuell weiter fortgeschritten sind. Im Handel ist die Implementierung der Digitalisierung vor allem durch den Konkurrenzkampf zwischen dem Online- und Offline-Handel der letzten Jahre geprägt.

Operative Exzellenz als Basis

Die Digitalisierung übt derzeit den grössten Einfluss auf die Wertschöpfungskette aus. Die Umsetzung von digitalen Geschäftsmodellen dauert länger. Viele digitale Technologien setzen direkt bei der Wertschöpfungskette an und verändern das Geschäftsmodell hauptsächlich aus interner Sicht mit Effizienzsteigerungen und verbesserter Datenqualität. Aus diesen Gründen wird die operative Exzellenz als Basis für die Digitalisierung angesehen (Müller, 2018).

Die operationelle Exzellenz und die Verfügbarkeit von Daten in ausreichender Qualität sind in allen drei Segmenten wichtige Voraussetzungen für alle Digitalisierungsbemühungen.

Barrieren überspringen

Der Fokus zur Umsetzung neuer Geschäftsmodelle ist unter den untersuchten Branchen bei der MEM-Industrie am höchsten. Banken und Versicherungen weisen mit den klassischen Produkten und der traditionellen Produkt-(weiter-)entwicklung derzeit noch eine gute Margensituation auf. Zudem schützen Regularien die etablierten Unternehmen gegen Konkurrenz aus dem Ausland, während sich beispielsweise FinTech-Start-ups hauptsächlich darauf konzentrieren, einzelne ausgewählte Produkte und Prozesse zu optimieren.

Wichtig ist festzuhalten, dass digitale Geschäftsmodelle meist nicht das ganze bestehende Geschäft ablösen. So können einzelne Produkte und Services teilweise durch digitale Lösungen ersetzt werden. Oft sollten die neuen innovativen Lösungen dagegen als komplementär betrachtet werden. Entsprechend müssen Fähigkeiten angeeignet sowie Prozesse und Mechanismen geschaffen werden, wie neue digitale Geschäftsmodelle aufgebaut und mit bestehenden zusammenspielen können. Die Veränderung durch neue Technologien kann durchaus massiv sein. Ängste um den Arbeitsplatz und vor Veränderung führen zu internen Widerständen, die es zu überwinden gilt. Gerade bei Banken und Versicherungen, auch weil diese keine physischen Produkte anbieten, schwingt die Furcht mit, profitable Dienstleistungen durch neue digitale Services zu kannibalisieren. Dieser Punkt ist in allen Sektoren beobachtbar. Das Change Management in der digitalen Transformation ist aus interner wie auch aus Marktsicht, äusserst anspruchsvoll und vielschichtig.

Eine Möglichkeit, diese Barrieren zu überwinden, ist die Kooperation mit Start-ups. Pharmakonzerne akquirieren regelmässig Start-ups, wenn diese das Geschäft strategisch verstärken können. Andere Organisationen gründen selber Spin-offs, um deren spezifische Vorteile nutzbar zu machen (Flexibilität, unternehmerisches Denken und Innovationsgeist). Eine Erkenntnis dieser Studie ist, dass bisher noch keine dominante Strategie existiert, wie etablierte Organisationen mit Start-ups bestmöglich kooperieren können oder ob sie allenfalls in bestehende Strukturen zu integrieren sind. Hier gibt es ein grosses Potenzial, die Zusammenarbeit zu professionalisieren und Ökosysteme zur effizienten und effektiven Entwicklung neuer Produkte und Services zu kreieren. Einer der vielen Gründe, weshalb die Zusammenarbeit mit Start-ups heute an Bedeutung gewinnt, ist die Attraktivität, welche Start-ups für die Fachkräfte ausstrahlen, die heute von vielen Schweizer Unternehmen gesucht werden.

Öffentliche Forschungsprogramme

Die Digitalisierung in der Schweiz kann und soll durch entsprechende Richtlinien oder Fördermechanismen weiter unterstützt werden. So ist das durch die Innosuisse Ende 2018 lancierte Impulsprogramm zur Förderung der Digitalisierung ein gutes Beispiel, Innovationen in den Unternehmen zu fördern. Ebenfalls werden über die seit 2008 in Kraft getretene neue Regionalpolitik (NRP) Fördergelder für KMU im Bereich der Industrie freigegeben, die für Projekte in der Digitalisierung genutzt werden sollten.

Ausbildung

Grundsätzlich verfügt die Schweiz über ein hervorragendes Bildungssystem, das in den für die Digitalisierung wichtigen technologienahen Studiengängen jährlich rund 3500 Absolventen hervorbringt (BFS, 2018f; McKinsey & Company, 2018). Um den Bedarf an gut ausgebildeten Technologie- und IT-Fachkräften zu stillen, ist dies jedoch schlicht zu wenig. Eine Aufstockung wäre demnach anzustreben. Dazu ist nicht nur die Ausbildung in den relevanten Studiengängen der Universitäten und Fachhochschulen auszubauen, sondern im ganzen Bildungssystem sind die Themen der Digitalisierung verstärkt einzubeziehen. Erste Schwerpunktprogramme sind in Umsetzung. So hat die Stimmbewölkerung des Kantons St. Gallen der Investition im Rahmen einer umfassenden IT-Bildungsoffensive zugestimmt. Dieses schweizweit einzigartige Programm stärkt die Bildung über alle Stufen umfassend und nachhaltig (Kölliker, 2019). Die hohe Zustimmung für diese Investition zeigt die steigende Akzeptanz in der Bevölkerung für die digitale Transformation.

Fazit

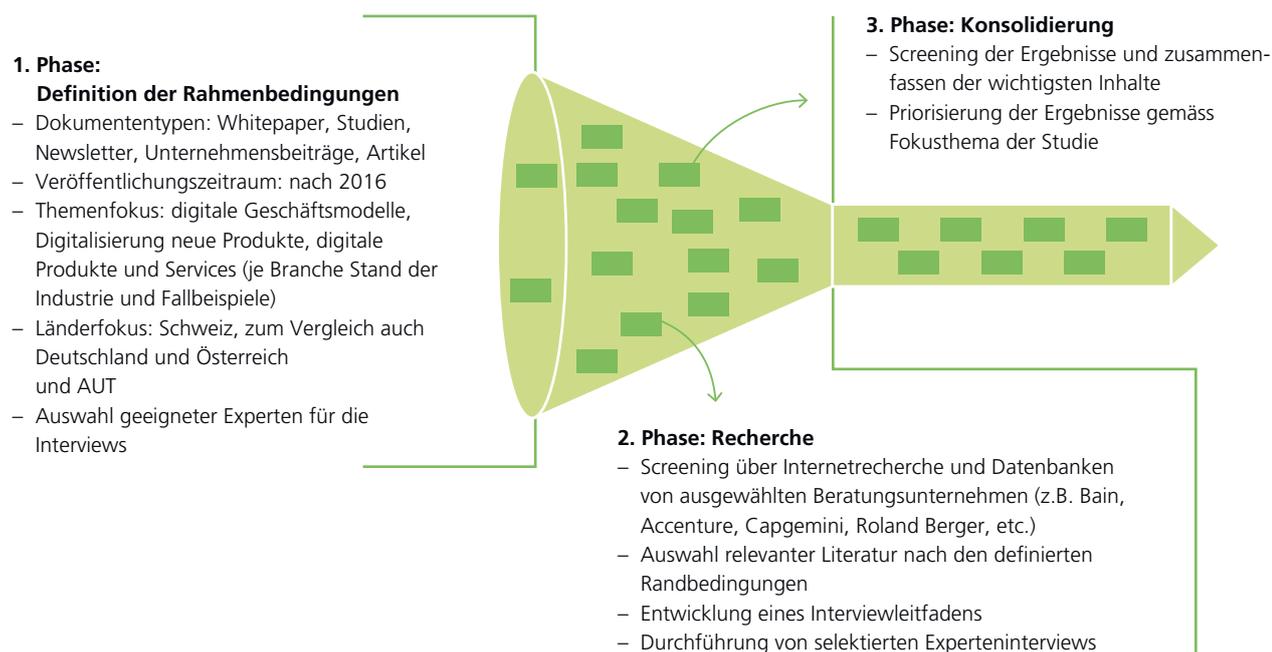
Die Studie empfiehlt neben dem kontinuierlichen Ausbau technologienaher Studiengänge, der Verstärkung digitaler Themen im gesamten Bildungssystem und der Weiterführung staatlichen Fördermechanismen, dass Unternehmen ihre Digitalisierungsbemühungen hinsichtlich neuer Geschäftsmodelle weiter und konstant verstärken. Dies muss auf einem umfassenden Change Management basieren. Die Mitarbeiter stehen im Zentrum dieser Veränderung. Die Basis für neue digitale, innovative Geschäftsmodelle ist die operative Exzellenz in den Prozessen und die Steigerung der Datenqualität.

«Es zeichnet sich ab, dass die Digitalisierung auch die Kommunikation und damit die Kultur in Organisationen verändern wird. Kommunikation ist ein entscheidendes Instrument, den Menschen zu begegnen und ihnen Wertschätzung entgegenzubringen. Diesen Aspekt gilt es besonders zu gewichten.»
(Wörwag & Cloots, 2018)

7.4 Methodik

Wie in der Einleitung in der Informationsbox zum methodischen Ansatz angedeutet wurde, wird dieser im Folgenden genauer dargestellt. Das Vorgehen, wie es in Abbildung C 7.6 skizziert ist, lässt sich in drei Phasen unterteilen.

Abbildung C 7.6: Methodische Vorgehensweise



Quelle: Darstellung Hochschule Rapperswil und Universität St. Gallen

1. Phase: Definition der Rahmenbedingungen

Die erste Phase beinhaltet zunächst die Definition der Rahmenbedingungen, die für die Literaturanalyse im zweiten Schritt als auch für die Auswahl der Experten herangezogen wurden. Zum einen wurde hier festgelegt, dass im Zuge der Studie auf Whitepaper, andere Studien, Newsletter, Unternehmensbeiträge und Artikel nach 2016 fokussiert wird. Zum anderen wurden themenspezifische Schlagwörter für die Literaturrecherche ermittelt.

Entsprechend dem Ziel der Studie liegt der Fokus auf folgenden Bereichen: digitale Geschäftsmodelle, Digitalisierung und neue Produkte sowie digitale Produkte und Services. In Kombination mit den jeweiligen Branchentiteln und weiteren Begriffen wie «Status», «Barrieren», «Trend», «Stärken und Schwächen» etc. wurde in Phase zwei nach relevanter Literatur recherchiert.

Weiter war es bereits Teil der ersten Phase, eine Auswahl geeigneter Experten für die Interviews vorzunehmen. Gemäss anerkannter Vorgehensweisen wurden auf Basis von Branchenzugehörigkeit, Expertise als auch organisationale Verortung und

Zugang Personen ausgesucht und kontaktiert (Vergleich Theoretical Sampling (Corbin & Strauss, 2009; Miles & Huberman, 2007)). Mit organisationaler Verortung ist in diesem Kontext gemeint, dass Personen ausgewählt wurden, die entweder aufgrund ihrer Zugehörigkeit zu einer Universität, zu einem Verband oder ihrer Position im Unternehmen eine glaubhafte Expertenmeinung über den Stand der Digitalisierung in der Branche geben können. Neun Experten haben einem Interview zugestimmt, welche in Phase zwei durchgeführt wurden.

2. Phase: Recherche

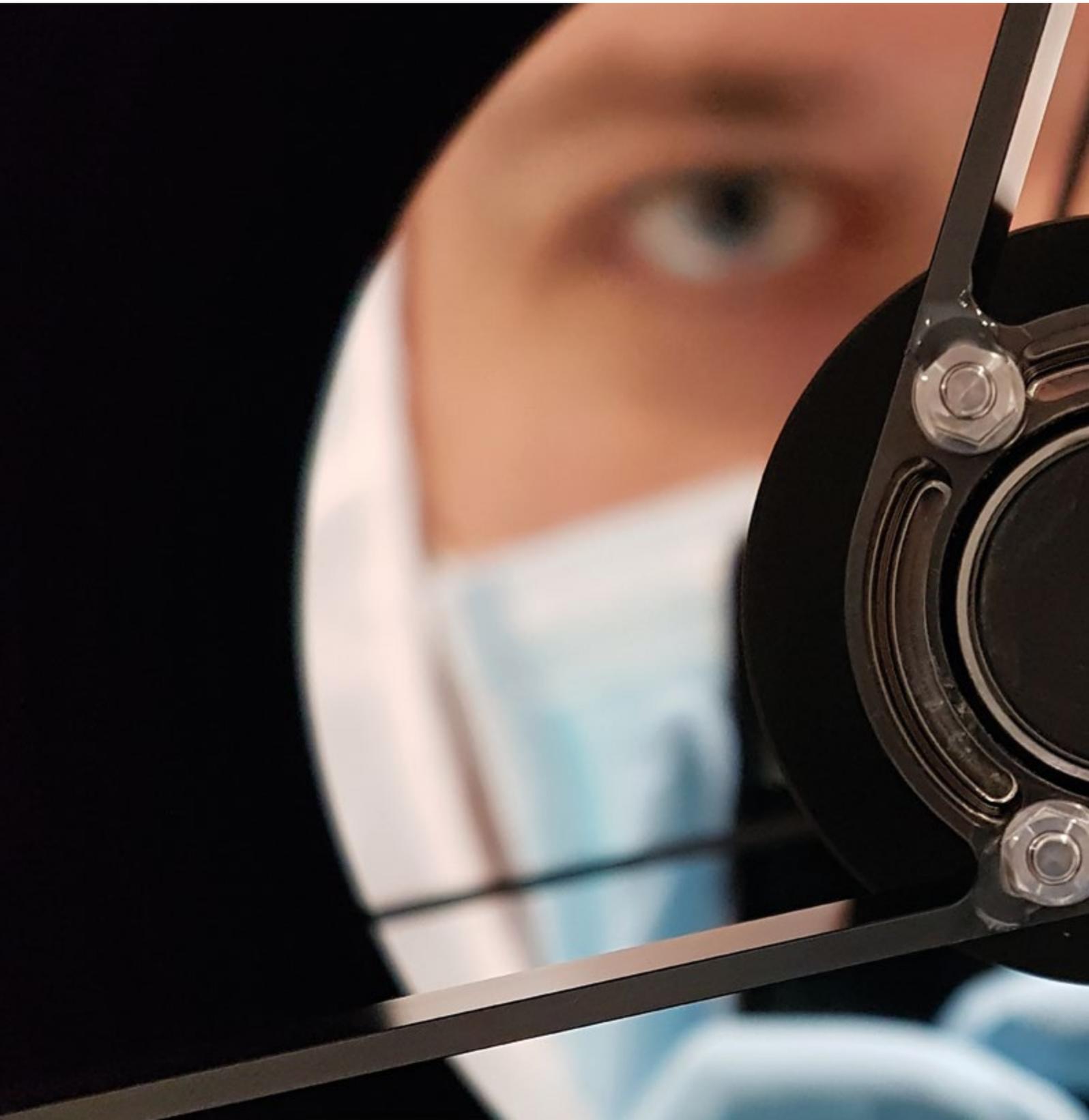
Resultierend aus der Vorbereitung in Phase eins wurde hier die effektive Literaturrecherche durchgeführt. Gemäss den Randbedingungen wurden Ergebnisse identifiziert und über die Eignung bewertet. Nach Wegstreichen von weniger relevanten Ergebnissen wurden die Verbleibenden gelesen und wichtige Erkenntnisse tabellarisch gesammelt. Diese Sammlung an Aussagen und Informationen wurde gemäss der Zugehörigkeit zu den vier Bereichen eines Geschäftsmodells nach Gassmann et al. (2014) und nach deren Beschreibung von Stärken, Schwächen, Opportunitäten und

Risiken kategorisiert. Der Überblick über die vorläufigen Erkenntnisse war Grundlage für die Entwicklung eines semi-strukturierten Fragebogens. Zur Erhöhung der Vergleichbarkeit der Aussagen wurde dieser mit minimalen branchenspezifischen Anpassungen bei allen neun Interviews herangezogen. Da in allen Fällen keine Tonaufnahme gewünscht war und die Interviews meist zu zweit durchgeführt wurden, haben die Interviewleiter nach den Interviews ihre Notizen gegengelesen und erweitert. Diese Gedächtnisprotokolle waren für die Triangulation mit Ergebnissen der Literaturanalyse essenziell, um wichtige Aussagen in der dritten Phase zu konsolidieren.

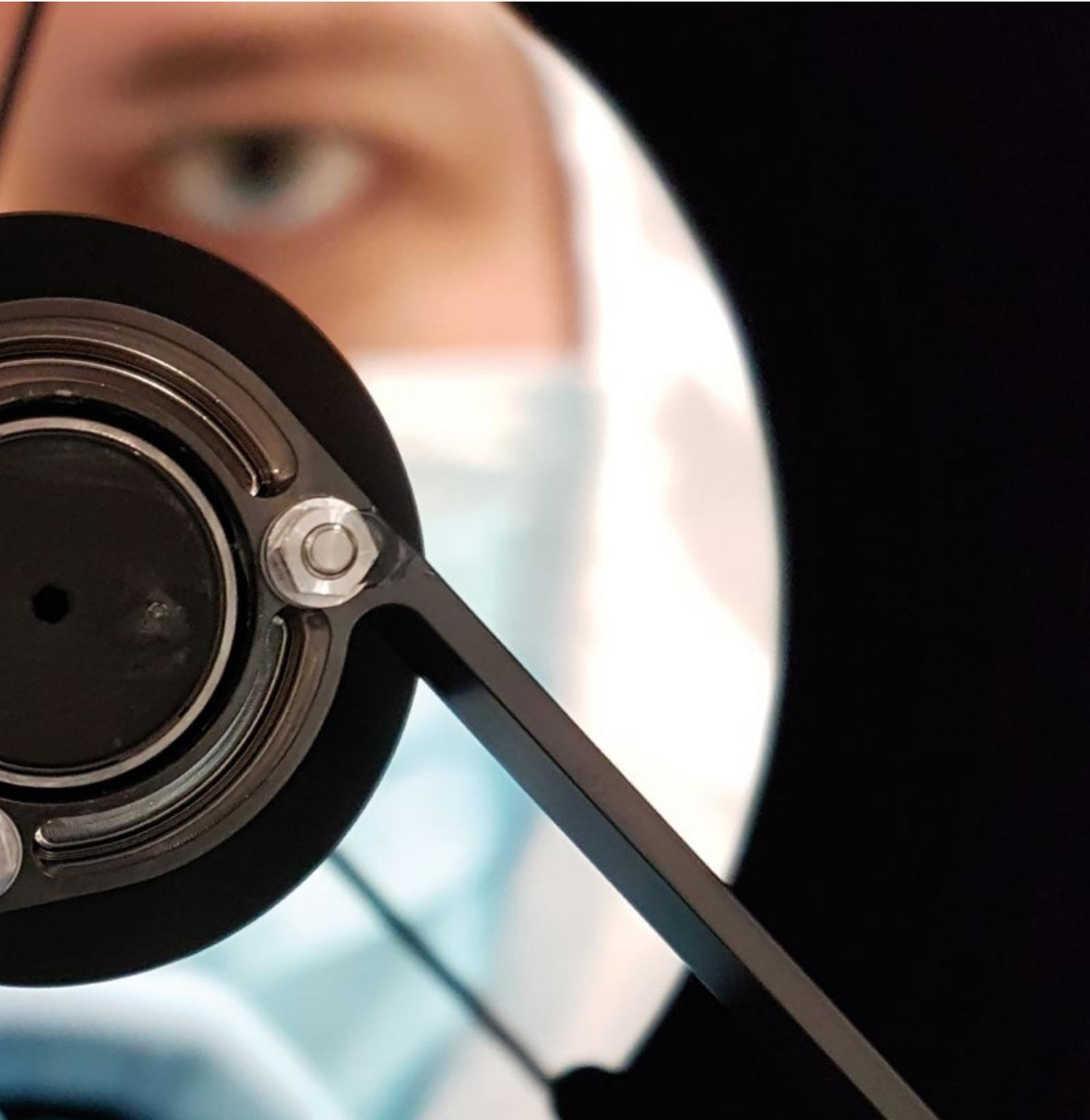
3. Phase: Konsolidierung

Im letzten Schritt wurden die Ergebnisse der Literaturanalyse und der Interviews zusammengefasst. Wichtige Trends, Aussagen und Informationen sowie Barrieren und Implikationen wurden je Branche konsolidiert. Zudem wurden allgemeingültige Aspekte, beispielsweise Anmerkungen zum Fachkräftemangel, markiert. Zu bemerken ist, dass keine quantitative Analyse Grundlage der Ermittlung der Haupttrends, Barrieren und Implikationen ist. Entsprechend wurde lediglich qualitativ analysiert, welche Aussagen sich hierzu häufen und als besonders wichtig empfunden wurden. Daher kann hier keine Garantie zu einer abschliessenden Bewertung gegeben werden. Die Interviews als auch die Gegenüberstellung der Ergebnisse mit anderen Studien bestätigen jedoch diese.

Schliesslich wurden die Informationen in Form der Studie zusammengetragen und ausformuliert.



ANHANG



Als aktive Weltraumnation ist die Schweiz Gründungsmitglied der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Dank dieser Beteiligung können Schlüsselkompetenzen in Schweizer Forschungsinstitutionen und der Industrie gestärkt und neue Kompetenzen in der Schweiz aufgebaut werden. Ein gutes Beispiel dafür ist die 2019 gestartete Mission CHEOPS. Es handelt sich dabei um ein Weltraumteleskop auf einer Satellitenplattform. CHEOPS wurde von der Universität Bern in enger Zusammenarbeit mit der Universität Genf entwickelt und zusammengebaut. Es ist die erste Mission, die von der Schweiz und der ESA gemeinsam geleitet wird. Die Mission soll zu neuen Erkenntnissen über Exoplaneten, Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems, führen. Dies ist ein wichtiger Schritt, um herauszufinden, ob andere Planeten bewohnbar sein könnten.
Bild: Universität Bern

Anhang 1 – Literaturverzeichnis

- Abrassart, A., Busemeyer, M. R., Cattaneo, M. A. & Wolter, S. C. (2017): Do migrants prefer academic to vocational education? The role of rational factors vs. social status considerations in the formation of attitudes toward a particular type of education in Switzerland. Zürich: Universität Zürich.
- Acatech (2018): Smart Service Welt 2018 Report – Wo stehen wir? Wohin gehen wir? München: Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Accenture (2018): Catalyzing the New: Driving Growth in the Chemical Industry. Abrufbar unter: www.accenture.com/us-en/insights/chemicals/catalyzing-the-new-chemicals [Stand: 05.12.2019].
- Acemoglu, D. & Akcigit, U. (2012): Intellectual Property Rights: Policy, Competition and Innovation. In: *Journal of the European Economic Association*, 10, S. 1–42.
- Aeppli, M., Angst, V., Iten, R., Kaiser, H., Lüthi, I. & Schweri, J. (2017): Die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung. In: *Arbeitsmarktpolitik* 47 (Band 11.2017). Bern: Staatssekretariat für Wirtschaft SECO.
- Affentranger, M. (2018): Rencontre. In: *L'uniscope* 630. Lausanne: Universität Lausanne (UNIL).
- Ambos, T. C., Makela, K., Birkinshaw, J. & D'Este, P. (2008): When Does University Research Get Commercialized? Creating Ambidexterity in Research Institutions. In: *Journal of Management Studies*, 45(8), S. 1424–1447.
- Angrist, J. D. & Pischke, J.-S. (2010): The Credibility Revolution in Empirical Economics: How Better Research Design Is Taking the Con out of Econometrics. In: *Journal of Economic Perspectives* 24(2), S. 3–30.
- Ankenbrand, T., Dietrich, A. & Bieri, D. (Hrsg.) (2019): *Schriften aus dem Institut für Finanzdienstleistungen Zug IFZ: Vol. 2018. IFZ FinTech Study: An overview of Swiss FinTech*. Zug: Hochschule Luzern, Institute of Financial Services Zug.
- Ankrah, S., Burgess, T. F., Grimshaw, P. & Shaw, N. E. (2013): Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: What single-group studies of motives omit. In: *Technovation*, 33(2), S. 50–65.
- Apt, W., Bovenschulte, M., Hartmann, E. & Wischmann, S. (2016): Foresight-Studie «Digitale Arbeitswelt». Berlin: Institut für Innovation und Technik, im Auftrag vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Abrufbar unter: www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb-463-digitale-arbeitswelten.html [Stand: 05.12.2019].
- Arora, A., Ceccagnoli, M. & Cohen, W. M. (2008): R&D and the Patent Premium. In: *International Journal of Industrial Organization* 26(5), S. 1153–1179.
- Arundel, A., Es-Sadki, N., Barjak, F., Perrett, P. & Samuel, O. (2013): Knowledge Transfer Study 2010 – 2012. Final Report. Brüssel: European Commission, DG Research & Innovation. Abrufbar unter: http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/knowledge_transfer_2010-2012_report.pdf [Stand: 25.01.2019].
- Arvanitis, S. & Hollenstein, H. (2012): Innovationsaktivitäten der Schweizer Wirtschaft. Determinanten – Auswirkungen – Förderpolitik. Zürich & Chur: Rüegger.
- Arvanitis, S. & Seliger F. (2011): Innovationsaktivitäten im Gesundheitsbereich. In: *Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft: eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung*. Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF, ETH Zürich.
- Arvanitis, S., Donzé, L. & Sydow, N. (2010): Impact of Swiss technology policy on firm innovation performance: an evaluation based on a matching approach. In: *Science and Public Policy*, 37(1), S. 63–78.
- Arvanitis, S., Kubli, U. & Wörter, M. (2008c): University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises. In: *Research Policy*, 37(10), S. 1865–1883.
- Arvanitis, S., Ley, M. C. & Wörter, M. (2012): Knowledge and Technology Transfer between Universities and Private Enterprises in Switzerland 2011 – An Analysis Based on Firm and Institute Data. In: *KOF Studies*, 37. Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF, ETH Zürich.
- Arvanitis, S., Seliger, F., Spescha, A., Stucki, T. & Wörter, M. (2017a): Innovationskraft der Schweizer Unternehmen schwindet. In: *Die Volkswirtschaft*, 90 (11), S. 58-60
- Arvanitis, S., Seliger, F., Spescha, A., Stucki, T. & Wörter, M. (2017b): Die Entwicklung der Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft 1997–2017. Studie im Auftrag des Seco, Strukturberichterstattung Nr. 55, Bern.
- Arvanitis, S., Seliger, F., Veseli, K. & Wörter, M. (2015): Patentportfolio Schweiz. In: *KOF Studies*, 6. Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF, ETH Zürich.
- Arvanitis, S., Sydow, N. & Wörter, M. (2008a): Is there any Impact of University – Industry Knowledge Transfer on Innovation and Productivity? An Empirical Analysis Based on Swiss Firm Data. In: *Review of Industrial Organization*, 32(2), S. 77–94.
- Arvanitis, S., Sydow, N. & Wörter, M. (2008b): Do specific forms of university – industry knowledge transfer have different impacts on the performance of private enterprises? An empirical analysis based on Swiss firm data. In: *The Journal of Technology Transfer*, 33(5), S. 504–533.
- ASTPPROTON (2018): ASTP 2018 Survey Report on Knowledge Transfer Activities in Europe. Financial Year 2016. Abrufbar unter: www.astp4kt.eu/resource-center/publications/ [Stand: 05.12.2019].
- Avenir Suisse (2017): Wenn die Roboter kommen: Den Arbeitsmarkt für die Digitalisierung vorbereiten. Zürich.

- Backes-Gellner, U. & Geel, R. (2013): A comparison of career success between graduates of vocational and academic tertiary education. In: *Oxford Review of Education*, 40(2), S. 266–291.
- Backes-Gellner, U. & Rupiotta, C. (2018): How firms' participation in apprenticeship training fosters knowledge diffusion and innovation. In: *Journal of Business Economics* (zuerst online veröffentlicht am 12.12.2018).
- Backes-Gellner, U. & Tuor, S. N. (2010): Risk-return trade-offs to different educational paths. Vocational, academic and mixed. In: *International Journal of Manpower*, 31(5), S. 495–519.
- Backes-Gellner, U. (1996): *Betriebliche Bildungs- und Wettbewerbsstrategien im deutsch-britischen Vergleich*. München: Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Backes-Gellner, U. (2017): Die Rolle der dualen Berufsausbildung für das Innovationssystem in Deutschland. In: Burr, W., Stephan, M. (Hrsg.): *Technologie, Strategie und Organisation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 171–180.
- Backes-Gellner, U., Kluike, M., Pull, K., Schneider, M. R. & Teuber, S. (2016): Human resource management and radical innovation. A fuzzy-set QCA of US multinationals in Germany, Switzerland, and the UK. In: *Journal of Business Economics*, 86(7), S. 751–772.
- Backes-Gellner, U., Rupiotta, C. & Tuor Sartore, S. N. (2017): Reverse educational spillovers at the firm level. In: *Evidence-based HRM: a Global Forum for Empirical Scholarship*, 5(1), S. 80–106.
- Backes-Gellner, U., Tuor, S. N. & Wettstein, D. (2010): Differences in the educational paths of entrepreneurs and employees. In: *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 2(2), S. 83–105.
- BAK Economics AG (2017): *The Importance of the Pharmaceutical Industry for Switzerland*. Studie im Auftrag von Interpharma. Basel. Abrufbar unter: www.bak-economics.com/fileadmin/documents/reports/BAK_Economics_Polynomics_Interpharma_Bedeutungsstudie_e.pdf [Stand: 05.12.2019]
- Baldegger, R., Alberton, S., Gaudart, R., Huber, A. & Wild, P. (2019): *Global Entrepreneurship Monitor 2018/2019: Länderbericht Schweiz*. Fribourg: Hochschule für Wirtschaft (HSW-FR).
- Baldini, N. (2010): Do royalties really foster university patenting activity? An answer from Italy. In: *Technovation*, 30(2), S. 109–116.
- Balestra, S. & Backes-Gellner, U. (2017): Heterogeneous returns to education over the wage distribution. Who profits the most? In: *Labour Economics*, 44, S. 89–105.
- Bariso, J. (2019): Amazon Almost Killed Best Buy. Then, Best Buy Did Something Completely Brilliant. Abrufbar unter: www.inc.com/justin-bariso/amazon-almost-killed-best-buy-then-best-buy-did-something-completely-brilliant.html [Stand: 05.12.2019]
- Barjak, F., Es-Sadki, N. & Arundel, A. (2015): The effectiveness of policies for formal knowledge transfer from European universities and public research institutes to firms. In: *Research Evaluation*, 24(1), S. 4–18.
- BearingPoint (2017): *Digitalisierung in der Pharmaindustrie*. Abrufbar unter: www.bearingpoint.com/files/CHEManager_Expertenbeitrag_Dillmann_Kahl_7_2017.pdf?download=0&itemId=462366 [Stand: 05.12.2019]
- Bechtold, S. (2016): 3D Printing, Intellectual Property and Innovation Policy. In: *International Review of Intellectual Property and Competition Law* 47, S. 517–536.
- Beck, M. & Schenker-Wicki, A. (2014): Cooperating with external partners: the importance of diversity for innovation performance. In: *European Journal of International Management* 8, S. 548–569.
- Beck, M., Junge, M. & Kaiser, U. (2018): Public Funding and Corporate Innovation. In: *KOF Working Papers*, ETH Zürich Research Collection. Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF, ETH Zürich. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000227682> [Stand: 05.12.2019]
- Beck, M., Lopes-Bento, C. & Schenker-Wicki, A. (2016): Radical or incremental: Where does R&D policy hit? In: *Research Policy* 45, S. 869–883.
- Becker, B. (2015): Public R&D Policies and Private R&D Investment: A Survey of the Empirical Evidence. In: *Journal of Economic Surveys*, 29(5), S. 917–942.
- Becker, G. S. (1962): Investment in human capital: a theoretical analysis. In: *Journal of Political Economy*, 70(5, Part 2), S. 9–49.
- BFS (2016): *Erhebung bei den Hochschulabsolventinnen und Hochschulabsolventen (EHA)*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2017) *Hochschulabsolventinnen und -absolventen mit Migrationshintergrund: Arbeitsmarktintegration und Abwanderung in 2015*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2018a): *Neugründungen, 2013–2016*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2018b): *Bildungsverläufe auf Sekundarstufe II. Längsschnittanalysen im Bildungsbereich*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2018c): *Übergänge nach Abschluss der Sekundarstufe II und Integration in den Arbeitsmarkt. Längsschnittanalysen im Bildungsbereich*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2018d): *Bruttowertschöpfung nach Branchen*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/grafiken.asset-detail.9546496.html [Stand: 05.12.2019]
- BFS (2018e): *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik,. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/volkswirtschaft/volkswirtschaftliche-gesamtrechnung.gnpdetail.2019-0168.html [Stand: 05.12.2019]
- BFS (2018f): *Hochschulstatistik 2018*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen.asset-detail.4582969.html [Stand: 05.12.2019]
- BFS (2019a): *Forschung und Entwicklung in der Schweiz 2017*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2019b): *Studierende der Hochschulen 2018/19*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.

- BFS (2019c): Frauen und Wissenschaft 2018. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2019d): Indikatorensystem Wissenschaft und Technologie. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2019e): IKT-Nutzung und E-Business. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- Blind, K., Edler, J., Frietsch, R. & Schmoch, U. (2006): Motives to Patent: Empirical Evidence from Germany. In: *Research Policy* 35, S. 655-672.
- BMWi (2017): Digitale Geschäftsmodelle. Themenheft Mittelstand-Digital. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Boardman, P. C. & Corley, E. A. (2008): University research centers and the composition of research collaborations. In: *Research Policy*, 37(5), S. 900-913.
- Boardman, P. C. & Gray, D. O. (2010): The new science and engineering management: cooperative research centers as government policies, industry strategies, and organizations. In: *The Journal of Technology Transfer*, 35(5), S. 445-459.
- Boardman, P. C. (2009): Government centrality to university-industry interactions: University research centers and the industry involvement of academic researchers. In: *Research Policy*, 38(10), S. 1505-1516.
- Boersma, T. (2016): Erfolgsfaktoren der digitalen Transformation. In: G. Heinemann, H. M. Gehrckens & U. J. Wolters (Hrsg.): *Digitale Transformation oder digitale Disruption im Handel* (S. 509-528). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Abrufbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-13504-1_24 [Stand: 05.12.2019]
- Boldrin, M. & Levine, D.K. (2013): The Case Against Patents. In: *Journal of Economic Perspectives* 27, S. 3-22.
- Bolli, T. & Hof, S. (2018): The impact of work-based education on non-cognitive skills. In: *Journal of Research in Personality*, 75, S. 46-58.
- Bolli, T. & Renold, U. (2017): Comparative advantages of school and workplace environment in skill acquisition. In: *Evidence-based HRM: a Global Forum for Empirical Scholarship*, 5(1), S. 6-29.
- Bolli, T., Caves, K. M., Renold, U. & Buergi, J. (2018a): Beyond employer engagement. Measuring education-employment linkage in vocational education and training programmes. In: *Journal of Vocational Education & Training*, 70(4), S. 1-40.
- Bolli, T., Renold, U. & Rageth, L. (2018b): Der soziale Status der Berufsbildung in der Schweiz. Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF, ETH Zurich.
- Bolli, T., Renold, U. & Wörter, M. (2017): Vertical educational diversity and innovation performance. In: *Economics of Innovation and New Technology*, 27(2), S. 107-131.
- Bonander, C., Jakobsson, N., Podestà, F. & Svensson, M. (2016): Universities as engines for regional growth? Using the synthetic control method to analyze the effects of research universities. In: *Regional Science and Urban Economics*, 60, S. 198-207.
- Bonnard, A. & Forster, N. (2017): Soziale Innovation in der Schweiz: Nachdenken über die Zukunft. In: *Perspektiven sozialer Innovation* (Hrsg.): Blattmann, L. Zürich: Arcas Foundation, S. 33-42.
- Borg, A., Bürgi, M., Fahlenbrach, R., Filipovic, D., Karrer, N. & Weinrich, W. (2019): Digital Pulse Check 3.0: Switzerland vs. Europe. Zürich: Swiss finance institute und zeb. Abrufbar unter: https://www.sfi.ch/resources/public/dtc/media/studie_dpc-en-lowres.pdf [Stand: 09.12.2019]
- Borsch, J. (2018, August 8): Pay for performance: Das Erstattungsmodell der Zukunft? DAZ.Online. Abrufbar unter: www.deutsche-apotheker-zeitung.de/news/artikel/2018/08/08/pay-for-performance-das-erstattungsmodell-der-zukunft [Stand: 09.12.2019]
- Bosma, N., Kelley, D. (2019). *Global Entrepreneurship Monitor 2018/2019: Global Report*.
- Bradley, S. R., Hayter, C. S. & Link, A. N. (2013): Proof of Concept Centers in the United States: an exploratory look. In: *The Journal of Technology Transfer*, 38(4), S. 349-381.
- Brändle, T. & Colombier, C. (2017a): Ausgabenprojektionen für das Gesundheitswesen bis 2045., EFV Arbeitspapier Nr. 21. Bern: Eidgenössische Finanzverwaltung.
- Brändle, T. & Colombier, C. (2017b): Hausse des dépenses de santé : la démographie n'est pas seule en cause, In : *La Vie Economique*, n°3, S.11-15.
- Brunt, L., Lerner, J. & Nicholas, T. (2012): Inducement Prizes and Innovation. In: *Journal of Industrial Economics* 60, S. 657-696.
- Brynjolfsson, E. & Mc Afee, A. (2017): Artificial intelligence and the modern productivity paradox: a clash of expectations and statistics, NBER Conference on Research Issues in Artificial Intelligence. University of Toronto.
- Buccafusco, C., Bechtold, S. & Sprigman, C. (2017): The Nature of Sequential Innovation. In: *William & Mary Law Review* 59, S. 1-79.
- Buchs, H. & Buchmann, M. (2017): Job vacancies and unemployment in Switzerland 2006-2014: Labor market mismatch and the significance of labor market tightness for unemployment duration. Bern: Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO).
- Budish, E., Roin, B. N. & Williams, H. (2015): Do Firms Underinvest in Long-Term Research? Evidence from Cancer Clinical Trials. In: *American Economic Review* 105, S. 2044-2086.
- Bundesrat (2018a): Internationale Strategie der Schweiz im Bereich Bildung, Forschung und Innovation. Bern: Strategie des Bundesrates.
- Bundesrat (2018b): Rechtliche Grundlagen für Distributed Ledger-Technologie und Blockchain in der Schweiz - Eine Auslegeordnung mit Fokus auf dem Finanzsektor. Bern: Bericht des Bundesrates vom 07.12.2018.
- Burk, D. L. & Lemley, M. A. (2009): *The Patent Crisis and How the Courts Can Solve It*. Chicago.
- Busemeyer, M. R. & Trampusch, C. (2012): The comparative political economy of collective skill formation. In: Busemeyer, M. R., Trampusch, C. (Hrsg.): *The political economy of collective skill formation*. Oxford: Oxford University Press, S. 3-38.
- Business Research Development Innovation Survey (2009): Sample Survey Questionnaire. Abrufbar unter : www.nsf.gov/statistics/srvyindustry/about/brdis/surveys/srvybrdis_2009.pdf [Stand: 09.12.2019]

- Caldera, A. & Debande, O. (2010): Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. In: *Research Policy*, 39(9), S. 1160–1173.
- Cattaneo, M. A. & Wolter, S. C. (2016): Die Berufsbildung in der Pole-Position. Die Einstellungen der Schweizer Bevölkerung zum Thema Allgemeinbildung vs. Berufsbildung. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung SKBF.
- Cattaneo, M. A. (2011): New estimation of private returns to higher professional education and training. In: *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 3(2), S. 71–84.
- Caves, K. & Renold, U. (2016): The employer's dilemma: Employer engagement and progress in vocational education and training reforms. Zürich: ETH.
- Chatagny, F., Koethenbueger, M. & Stimmelmayer, M. (2017): Introducing an IP License Box in Switzerland: Quantifying the Effects. In: *International Tax & Finance* 24, S. 927–961.
- Chesbrough, H.W. (2003): The era of open innovation. In: *Mit Sloan Management Review* 44, S. 35–41.
- Coase, R. H. (1974): The Lighthouse in Economics. In: *Journal of Law and Economics* 17, S. 357–376.
- Cockburn, I., Henderson R. & Stern S. (2017): The impact of artificial intelligence on innovation, NBER Conference on Research Issues in Artificial Intelligence. Toronto: University of Toronto.
- Cohen, W. M. & Levin, R. C. (1989): Chapter 18: Empirical Studies of Innovation and Market Structure. In: Schmalensee, R. & Willig, R. (Hrsg.): *Handbook of Industrial Organization*, Band 2, S. 1059–1107. Den Haag.
- Comino, S., Manenti, F. & Thumm, N. (2019): The Role of Patents in Information and Communication Technologies (ICTS): A Survey of the Literature. In: *Journal of Economic Surveys* 33, S. 404–430.
- Conlon, G. (2006): The determinants of undertaking academic and vocational qualifications in the United Kingdom. In: *Education Economics*, 13(3), S. 299–313.
- Corbin, J. M. & Strauss, A. (2009): *Basics of qualitative research* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publishing.
- Cornell University, INSEAD and WIPO (2017): *The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World*, Ithaca, Fontainebleau und Genf.
- Cornell University, INSEAD and WIPO (2019): *The Global Innovation Index 2019 (GII): Creating Healthy Lives — The Future of Medical Innovation*. Ithaca, Fontainebleau und Genf.
- Corrocher, N. & Cusmano, L. (2014): The 'KIBS Engine' of Regional Innovation Systems: Empirical Evidence from European Regions. In: *Regional Studies*, 48:7, S. 1212–1226. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.731045> [Stand: 15.12.2019]
- Cutler, D. (2010): Where are the healthcare entrepreneurs? The failure of organizational innovation in healthcare. In: NBER working paper n° 16030. Cambridge: National bureau of economic research.
- Cutler, D., Sahni, N., Huckman, R. & Chigurupati, A. (2017): The IT transformation health care needs. In: *Harvard Business Review*, 95(6), S. 129–136.
- Da Silva, M. (2018): Open Innovation and IPRs: Mutually Incompatible or Complementary Institutions? In: *Journal of Innovation & Knowledge*.
- de Rassenfosse, G., Dernis, H., Guellec, D., Picci, L. & van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2013): The Worldwide Count of Priority Patents: A New Indicator of Inventive Activity. In: *Research Policy* 42, S. 720–737.
- de Rassenfosse, G., Palangkaraya, A. & Webster, E. (2016a): Why Do Patents Facilitate Trade in Technology? Testing the Disclosure and Appropriation Effects. In: *Research Policy* 45, S. 1326–1336.
- de Rassenfosse, G., Jaffe, A. B. & Webster, E. (2016b): Low-quality Patents in the Eye of the Beholder: Evidence from Multiple Examiners. In: NBER working paper n° 22244. Cambridge: National bureau of economic research.
- Deloitte (2018): Die digitale Innovationsfähigkeit der Schweiz: Gut, aber nicht gut genug. Deloitte AG /BAK Economics.
- Di Gregorio, D. & Shane, S. (2003): Why do some universities generate more start-ups than others? In: *Research Policy*, 32(2), S. 209–227.
- Duguet, E & MacGarvie, M. (2005): How Well Do Patent Citations Measure Flows of Technology? - Evidence from French Innovation Surveys. In: *Economics of Innovation and New Technology* 14, S. 375–393.
- Eckhardt, B., Jakob, D. & von Schnurbein, G. (2019): *Der Schweizer Stiftungsreport 2019*. CEPS Forschung und Praxis – Band 20. Basel.
- EconSight (2019): *Künstliche Intelligenz - Globale Entwicklungen, Anwendungsgebiete, Innovationstreiber und Weltklasseforschung*. Basel.
- EFD (2019): *Bundesgesetz zur Anpassung des Bundesrechts an Entwicklungen der Technik verteilter elektronischer Register - Erläuternder Bericht zur Vernehmlassungsvorlage*. Bern: Eidgenössisches Finanzdepartement.
- EFI Gutachten (2016): *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- EFI Gutachten (2018): *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands - Struktur und Trends*. Berlin: Expertenkommission für Forschung und Innovation.
- EFI Gutachten (2019): *Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Eggenberger, C. & Backes-Gellner, U. (2019): *IT Skills, Occupation Specificity and Job Separations*. Zürich, masch.verf. 2019.
- Eggenberger, C., Janssen, S. & Backes-Gellner, U. (2019): The value of specific skills in a globalized world – Evidence from international trade shocks. Working paper no. 158. Zürich: Universität Zürich.
- Eggenberger, C., Rinawi, M. & Backes-Gellner, U. (2018): Occupational specificity. A new measurement based on training curricula and its effect on labor market outcomes. In: *Labour Economics*, 51, S. 97–107.

- ERC (2019): Statistics on Granted projects. Brüssel: European Research Council.
- Ernst, H. & Omland, N. (2011): The Patent Asset Index – A New Approach to Benchmark Patent Portfolios. *World Patent Information* 33, S. 34–41.
- ESIC (2015): European Service Innovation Scoreboard (ESIS) – Key findings. Hugo Hollanders January 2015. In: European Service Innovation Centre REPORT. Brüssel: Europäische Kommission.
- European Commission (2019): European Innovation Scoreboard 2019. Annex B. Performance per indicator. Brüssel: Europäische Kommission.
- Eurostat (2010): Community Innovation Survey. Abrufbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/documents/203647/203701/CIS_Survey_form_2010.pdf/b9f2c70e-0c46-4f82-abe6-c7661f1f2166 [Stand: 12.12.2019]
- Eurostat (2018): European statistics. Abrufbar unter <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> [Stand: 12.12.2019]
- EY (2018a): Ökosysteme in der Pharmaindustrie – Die Branche 2030: Neue Wettbewerber, Digitalisierung und Vernetzung. Ernst & Young Österreich.
- EY (2018b): Margen der Pharmakonzerne sinken weiter: Die Zukunft liegt in neuen Ökosystemen. Abrufbar unter: www.ey.com/ch/de/newsroom/news-releases/medienmitteilung-ey-margen-der-pharmakonzerne-sinken-weiter [Stand: 12.12.2019]
- Eymann, A. & Schweri, J. (2015): Horizontal Skills Mismatch and Vocational Education (Working Paper). Retrieved from the Swiss Federal Institute for Vocational Education and training. Zollikofen: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung.
- Falk, M. & Biagi, F. (2015): Empirical studies on the impacts of ICT Usage in Europe. Institute for Prospective Technological Studies, Digital Economy Working Paper 2015/14. JRC98693.
- Feldman, M. P. & Audretsch, D. B. (1999): Innovation in Cities: Science-based Diversity, Specialization and Localized Competition. In: *European Economic Review*, 43(2), S. 409–429.
- Feldman, M. P. & Kogler, D. F. (2010): Stylized Facts in the Geography of Innovation. In: Hall, B. H. & Rosenberg, N. (Hrsg.): *Handbook of the economics of innovation*. Band 1. Amsterdam: North Holland, S. 381–410, Elsevier.
- Fend, L. & Hofmann, J. (Hrsg.) (2018): *Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen: Konzepte – Lösungen – Beispiele*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- FETAG (2016): The need to integrate the Social Sciences and Humanities with Science and Engineering in Horizon 2020 and beyond. Brüssel: Future & Emerging Technologies Advisory Group, Europäische Kommission.
- FHS St. Gallen (2017): *KMU-Spiegel 2017: Digitalisierung in Schweizer Klein- und Mittelunternehmen*. St. Gallen: Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Fini, R., Fu, K., Mathisen, M. T., Rasmussen, E. & Wright, M. (2017): Institutional determinants of university spin-off quantity and quality: a longitudinal, multilevel, cross-country study. In: *Small Business Economics*, 48(2), S. 361–391.
- Fini, R., Grimaldi, R., Santoni, S. & Sobrero, M. (2011): Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting the creation of academic spin-offs. In: *Research Policy*, 40(8), S. 1113–1127.
- Foray, D. (2004): *The economics of knowledge*. Cambridge: MIT Press.
- Fox, B., Paley, A., Prevost, M. & Subramanian, N. (2016): Closing the digital gap in pharma. McKinsey & Company. Abrufbar unter: www.mckinsey.com/industries/pharmaceuticals-and-medical-products/our-insights/closing-the-digital-gap-in-pharma [Stand: 12.12.2019].
- Friedli, T., Benninghaus, C., Elbe, C. & Remling, D. (2018): *Swiss Manufacturing Survey 2018 – A national Study*. St. Gallen: Universität St. Gallen.
- Friesike, S., Jamali, N., Bader, M., Ziegler, N., Hafezi, N., Niccolò, I. & Schreiner, E. (2009): *Case Studies on SMEs and Intellectual Property in Switzerland*. Bern: Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum.
- Gadrey, J. & Gallouj, F. (2002): *Productivity, Innovation and Knowledge in Services*. Cheltenham (UK): Edward Elgar Publishing.
- Galán-Muros, V. & Plewa, C. (2016): What drives and inhibits university-business cooperation in Europe? A comprehensive assessment. *R&D Management*, 46(2), 369–382.
- Galasso, A. & Schankerman, M. (2015): Patents and Cumulative Innovation: Causal Evidence from the Courts. In: *Quarterly Journal of Economics* 130, S. 317–369.
- Gallini, N. & Scotchmer, S. (2001): Intellectual Property: When Is It the Best Incentive System? In: *Innovation Policy and the Economy* 2, S. 51–77.
- Galvin, J., Han, F., Hynes, S., Qu, J., Rajgopal, K. & Shek, A. (2018): *Synergy and disruption: Ten trends shaping fintech*. McKinsey & Company.
- Gantenbein, P., Herold, N. & Zaby, S. (2011): *Die KTI-Start-up-Förderung für innovative Schweizer Jungunternehmen – Ein empirischer Vergleich gelabelter und nichtgelabelter Unternehmen*. Studie im Auftrag der KTI. Basel: Universität Basel.
- Gassmann, O., Frankenberger, K. & Csik, M. (2014): *The Business Model Navigator: 55 Models That Will Revolutionise Your Business*. Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Gault, F. (2013): Innovation indicators and measurement : challenges. In: Gault (Hrsg.): *Handbook of Innovation Indicators and Measurement*, S. 441–464. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Geel, R., Mure, J. & Backes-Gellner, U. (2011): Specificity of Occupational Training and Occupational Mobility: An Empirical Study Based on Lazear's Skill-Weights Approach. In: *Education Economics*, 19(5), S. 519–535.
- Gehret, A., Aepli, M., Kuhn, A. & Schweri, J. (2019): *Lohnt sich die Lehrlingsausbildung für die Betriebe? Resultate der vierten Kosten-Nutzen-Erhebung*. Zollikofen: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung.
- Geuna, A. & Rossi, F. (2011): Changes to university IPR regulations in Europe and the impact on academic patenting. In: *Research Policy*, 40(8), 1068–1076.

- GFT Group (2017): Banking Expert Survey 2017, Shaping the future of digital business. 18.10.2017. Abrufbar unter: www.bankingtech.com/files/2017/11/Banking-Expert-Survey-2017-GFT.pdf [Stand: 12.12.2019]
- Giger, S. (2016): Auch für Erwachsene lohnt sich ein Berufsabschluss. In: *Die Volkswirtschaft*, 10, S. 22–24.
- Gilson, R. J. (1999): The Legal Infrastructure of High Technology Industrial Districts: Silicon Valley, Route 128, and Covenants Not to Compete. In: *New York University Law Review* 74, S. 575–629.
- Glaeser, E. L. (2010): Agglomeration economics. Includes proceedings of the National Bureau of Economic Research conference, held in 2007. Chicago: University of Chicago Press.
- Gläß, R. & Leukert, B. (Hrsg.) (2017): *Handel 4.0: Die Digitalisierung des Handels - Strategien, Technologien, Transformation*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Global Entrepreneurship Monitor (2015): Special topic report on social entrepreneurship. Abrufbar unter: www.gemconsortium.org/report [Stand: 20.12.2018].
- González-Pernía, J. L., Kuechle, G. & Peña-Legazkue, I. (2013): An Assessment of the Determinants of University Technology Transfer. In: *Economic Development Quarterly*, 27(1), 6–17.
- Greff, T., Winter, F. & Werth, D. (2018): Digitale Geschäftsmodelle in der Domäne wissensintensiver Dienstleistungen – Stand der Forschung und Transfer in die Unternehmensberatung. Lüneburg: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018.
- Griliches, Z. (1990): Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. In: *Journal of Economic Literature* 28 (4), 1661–1707.
- Gross, S. (2019, January 8): Roche und Novartis suchen die Zukunft jenseits der Blockbuster. *Handelszeitung*. Abrufbar unter: www.handelszeitung.ch/unternehmen/roche-und-novartis-suchen-die-zukunft-jenseits-der-blockbuster [Stand: 12.12.2019].
- Gulbranson, C. A. & Audretsch, D. B. (2008): Proof of concept centers: accelerating the commercialization of university innovation. In: *The Journal of Technology Transfer*, 33(3), 249–258. Abrufbar unter <https://doi.org/10.1007/s10961-008-9086-y> [Stand: 12.12.2018].
- Haber, S. (2016): Patents and the Wealth of Nations. Working Paper no. 16004. In: *George Mason Law Review* 23, S. 811–835.
- Hall, B. (2018): Is There a Role for Patents in the Financing of Innovative Firms? In: NBER working paper n° 24370. Cambridge: National bureau of economic research.
- Hall, B., Helmers, C., Rogers, M. & Sena, V. (2014): The Choice between Formal and Informal Intellectual Property: A Review. In: *Journal of Economic Literature* 52, S. 375–423.
- Handelszeitung (2019a): Novartis steigert 2018 Gewinn und Umsatz (30. Januar): *Handelszeitung*. Abrufbar unter: www.handelszeitung.ch/unternehmen/novartis-steigert-2018-gewinn-und-umsatz [Stand: 12.12.2019].
- Handelszeitung (2019b): Roche wächst und hebt Dividende ab (31. Januar): Abrufbar unter: www.handelszeitung.ch/unternehmen/roche-wachst-und-hebt-dividende [Stand: 19.12.2019].
- Hayter, C. S. & Link, A. N. (2015): On the economic impact of university proof of concept centers. In: *The Journal of Technology Transfer*, 40(1), S. 178–183.
- Heckman, J. J. & Kautz, T. (2012): Hard evidence on soft skills. In: *Labour Economics*, 19(4), S. 451–464.
- Heimann, T., Kyora, S., Pedergrana, M. & Geilinger, U. (2019): *Swiss Venture Capital Report*. Luzern: JNB Journalistenbüro GmbH. Abrufbar unter: https://www.startupticker.ch/uploads/File/VC%20Report%202019_web.pdf [Stand: 12.12.2019].
- Heinemann, G. (2017): *Der neue Online-Handel: Geschäftsmodell und Kanalexzellenz im Digital Commerce* (8., aktualisierte Auflage). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Helmers, C. & McDonagh, L. (2013): Patent Litigation in the UK: An Empirical Survey 2000–2008. In: *Journal of Intellectual Property Law & Practice* 8, 846–861.
- Hemel, D. J. & Ouellette, L. L. (2013): Beyond the Patents-Prizes Debate. In: *Texas Law Review* 92, S. 303–382.
- Hemel, D. J. & Ouellette, L. L. (2019): Innovation Policy Pluralism. In: *Yale Law Journal* 128, S. 544–614.
- Henkel, J. & Zischka, H. (2018): How many patents are truly valid? Extent, causes, and remedies for latent patent invalidity. *Academy of Management Proceedings* 2018 (1), 11858.
- Hodler, C., Santschi, C. & Weber, U. (2014): *Schlussbericht 5-Jahres-Überprüfung Berufliche Grundbildung Zahntechnik*.
- Hoeschler, P., Balestra, S. & Backes-Gellner, U. (2018): The development of non-cognitive skills in adolescence. In: *Economics Letters*, 163, S. 40–45.
- Hotz-Hart, B. & Rohner, A. (2014): *Nationen im Innovationswettbewerb: Ökonomie und Politik der Innovation*. Wiesbaden: Wiesbaden: Springer Gabler.
- IDG Communications (2018): *State of Digital Business Transformation*. Abrufbar unter: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1624046/Digital%20Business%20Executive%20Summary_FINAL.pdf [Stand: 12.12.2019].
- IMD (2019): *World Competitiveness Ranking*. Lausanne: International Institute for Management Development.
- Interpharma (2018a): *Pharma-Markt Schweiz*. Abrufbar unter: www.interpharma.ch/fakten-statistiken/1946-pharma-markt-schweiz [Stand: 12.12.2019].
- Interpharma (2018b): *Pharmastandort Schweiz: Region Basel*.
- ITU (2019): *Global Cybersecurity Index (GCI)*. Genève: International Telecommunication Union.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. & Fogarty, M. S. (2000): Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors. In: *American Economic Review* 90, S.215–218.
- Journal of the European Economic Association* 4, issue 2–3 (2006): S. 269–314.
- Kanton Bern (2015): *Erstmals finanzieren Private soziale Leistungen vor*, Medienmitteilung vom 16. Juni 2015. Bern: Kanton Bern, Gesundheits- und Fürsorgedirektion.
- Kanton Zürich, Volkswirtschaftsdirektion (Hrsg.) (2016): *Finanzplatz Zürich 2016/2017, Monitoring, Prognosen, Digitalisierung und Industrialisierung am Finanzplatz Zürich, Eine Studie des Amtes für Wirtschaft und Arbeit des Kantons Zürich und der Stadtentwicklung Zürich*. Projektbearbeitung: BAK Basel Economics AG.

- Keupp, M., Lhuillery, S., Garcia-Torres, A. & Raffo, J. (2009): Economic Focus Study on SMEs and Intellectual Property in Switzerland. Bern: Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum. Abrufbar unter: www.ige.ch/fileadmin/user_upload/dienstleistungen/publikationen_institut/Economic-Focus-Study_2009.pdf [Stand: 12.12.2019].
- Kochenkova, A., Grimaldi, R. & Munari, F. (2016): Public policy measures in support of knowledge transfer activities: a review of academic literature. In: *The Journal of Technology Transfer*, 41(3), 407–429.
- Kölliker, S. (2019): IT-Bildungsoffensive. Abrufbar unter: www.sg.ch/bildung-sport/ueber-bildung/IT-Bildungsoffensive.html [Stand: 12.12.2019].
- KPMG International (2018): Digitalization in life sciences: Integrating the patient pathway into the technology ecosystem. Abrufbar unter: <https://home.kpmg/de/de/home/themen/2017/12/digitalization-in-life-sciences.html> [Stand: 12.12.2019].
- Krlev, G., Bund, E. & Mildenerger, G. (2014): Measuring What Matters—Indicators of Social Innovativeness on the National Level. In: *Information Systems Management*, 31(3), S. 200–224. Abrufbar unter <https://doi.org/10.1080/10580530.2014.923265> [Stand: 12.12.2019].
- Kugler, F., Schwerdt, G. & Wößmann, L. (2014): Ökonometrische Methoden zur Evaluierung kausaler Effekte der Wirtschaftspolitik. In: *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 15(2), S. 105–132.
- Lach, S. & Schankerman, M. (2004): Royalty Sharing and Technology Licensing in Universities. In: *Journal of the European Economic Association*, 2(2–3), S. 252–264.
- Lach, S. & Schankerman, M. (2008): Incentives and invention in universities. In: *The RAND Journal of Economics*, 39(2), S. 403–433.
- Landes, W. M. & Posner, R. A. (2003): *The Economic Structure of Intellectual Property Law*. Cambridge.
- Laursen, K. & Salter, A. J. (2006): Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. In: *Strategic Management Journal* 27, S. 131–150.
- Laursen, K. & Salter, A. J. (2014): The Paradox of Openness: Appropriability, External Search and Collaboration. In: *Research Policy* 43, S. 867–878.
- Lazear, E. P. (1999): Globalisation and the market for team-mates. In: *The Economic Journal*, 109(454), C15–C40.
- Lefkes, C., Berth, M. & Schultz, C. (2017): Perspektivenwechsel im Handel – von disruptiven Geschäftsmodellen lernen und Gegenstrategien entwickeln. In: Schallmo, D., Rusnjak, A., Anzengruber, J., Werani, Th. & Jünger, M. (Hrsg.): *Digitale Transformation von Geschäftsmodellen*. Schwerpunkt: Business Model Innovation. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Lehnert, P., Pfister, C. & Backes-Gellner, U. (2018): *The Effect of an Education-driven Labour Supply Shock on Firms' R&D Personnel*. Zürich: Universität Zürich
- Lemley, M. A. (2015): *IP in a World Without Scarcity*. New York University Law Review 90, 460–515.
- Lerner, J. (2009): The Empirical Impact of Intellectual Property Rights on Innovation: Puzzles and Clues. In: *American Economic Review* 99, S. 343–348.
- LERU (2012): *Social sciences and humanities: Essential fields for European research and in horizon 2020*. Advice paper no. 11. Leuven: League of European research universities.
- Lindqvist, G., Ketels, C. & Sölvell, Ö. (2013): *The Cluster Initiative Greenbook 2.0*. Stockholm: Ivory Tower AB.
- Lissoni, F., Llerena, P., McKelvey, M. & Sanditov, B. (2008): Academic patenting in Europe: new evidence from the KEINS database. In: *Research Evaluation*, 17, 87–102.
- Liu, S. (2015): Spillovers from universities. Evidence from the land-grant program. In: *Journal of Urban Economics*, 87, S. 25–41.
- Lüpold, D. (2017): *Open Banking: Ja – aber ohne Zwang*. Abrufbar unter: www.swissbanking.org/de/services/insight/insight-4.17/open-banking-ja-aber-ohne-zwang [Stand: 12.12.2019].
- Machlup, F. (1958): *An Economic Review of the Patent System*. Study for the Subcommittee on Patents, Trademarks, and Copyright of the Committee of the Judiciary of the U.S. Senate.
- Martínez, C. (2010): Patent families: When Do Different Definitions Really Matter? In: *Scientometrics*, 86, S. 39–63.
- Marx, M. & Fleming, L. (2012): Non-compete Agreements: Barriers to Entry ... and Exit? In: *Innovation Policy and the Economy* 12, S. 33–64.
- Marx, M., Singh, J. & Fleming, L. (2015): Regional Disadvantage? Employee Non-compete Agreements and Brain Drain. In: *Research Policy* 44, S. 394–404.
- McAfee, A. & Brynjolfsson, E. (2017): *Machine, Platform, Crowd*. New York: Norton & Company.
- McKinsey & Company (2018): *The future of work: Switzerland's digital opportunity*. Abrufbar unter: www.mckinsey.com/featured-insights/europe/the-future-of-work-switzerlands-digital-opportunity.
- McKinsey & Company (2019): *The services solution for unlocking industry's next growth opportunity*.
- MERCER (2019): *Quality of living city ranking*. New York.
- Merges, R. (1996): Contracting into Liability Rules: Intellectual Property Rights and Collective Rights Organizations. In: *California Law Review* 84, S. 1293–1393.
- Merges, R. (2004): A New Dynamism in the Public Domain. In: *University of Chicago Law Review* 71, S. 183–203.
- Meuer, J., Rupiotta, C. & Backes-Gellner, U. (2015): Layers of co-existing innovation systems. In: *Research Policy*, 44(4), S. 888–910.
- Micha, M. A. & Koppers, S. (2016): Digital Adoption Retail – Hat der Offline-Handel eine Vision? In: G. Heinemann, H. M. Gehrckens & U. J. Wolters (Hsgr.): *Digitale Transformation oder digitale Disruption im Handel* (Vol. 91, pp. 49–78). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Abrufbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-13504-1_3 [Stand: 12.12.2019].
- Miles, M. B. & Huberman, M. A. (2007): *Qualitative data analysis* (2nd ed.). Arizona State University. Thousand Oaks [u.a.]: SAGE.

- Minguillo, D. & Thelwall, M. (2015): Which are the best innovation support infrastructures for universities? Evidence from R&D output and commercial activities. In: *Scientometrics*, 102(1), S. 1057–1081.
- Moretti, E. (2004): Workers' education, spillovers, and productivity: Evidence from plant-level production functions. In: *American Economic Review*, 94(3), S. 656–690.
- Morger, M., Künzi, K. & Föllmi, R. (2018): Quelle est la productivité du système de santé? In: *La Vie Economique*, 6, S. 40–42.
- Moser, P. (2005): How Do Patent Laws Influence Innovation? Evidence from Nineteenth-Century World's Fairs. In: *American Economic Review* 95, S. 1214–1236.
- Moser, P. (2016): Patents and Innovation in Economic History. In: *Annual Review of Economics* 8, S. 241–258.
- Mühlemann, S. (2014): Training participation of internationalized firms. Establishment-level evidence for Switzerland. In: *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 6(5), S. 1–11.
- Müller, B. & Schweri, J. (2015): How specific is apprenticeship training? Evidence from inter-firm and occupational mobility after graduation. In: *Oxford Economic Papers*, 67(4), S. 1057–1077.
- Müller, G. (2018, April 17): Alte japanische Fertigungsmethoden mit Digitalisierung kombinieren. In: *NZZ*, S. 28.
- Mure, J. (2007): Weiterbildungsfinanzierung und Fluktuation. Theoretische Erklärungsansätze und empirische Befunde auf Basis des Skill-Weights Approach. Zugl.: Zürich, Univ., Diss., 2007. München: Hampp.
- Murray, R., Caulier-Grice, J. & Mulgan, G. (2010): *The Open Book of Social Innovation*. London: NESTA.
- Muscio, A. & Vallanti, G. (2014): Perceived Obstacles to University–Industry Collaboration: Results from a Qualitative Survey of Italian Academic Departments. In: *Industry and Innovation*, 21(5), S. 410–429.
- Nation Brands Index (2017): L'image de la Suisse à l'étranger en 2017. In: *Présence Suisse*. Bern: Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten.
- Nelson, A. J. (2014): From the ivory tower to the startup garage: Organizational context and commercialization processes. In: *Research Policy*, 43(7), S. 1144–1156.
- Niklowitz, M. (2018): Copy & Paste: Insurtechs. *Handelszeitung*. Abrufbar unter: www.handelszeitung.ch/insurtechs-copy-paste [Stand: 12.12.2019].
- OECD & Eurostat (2018): *Oslo Manual 2018. Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris, Luxembourg: OECD Publishing, Eurostat.
- OECD (2005): *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris. Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, OECD Publishing
- OECD (2010): *Measuring Innovation: A New Perspective*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, OECD Publishing.
- OECD (2011): *OECD Territorialexamen Schweiz 2011*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2016): *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2017): *Economic Survey of Switzerland*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2018). *Stan Industrial Analysis*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2019a): Abrufbar unter: www.oecd.org/tax/beps/international-community-agrees-on-a-road-map-for-resolving-the-tax-challenges-arising-from-digitalisation-of-the-economy.htm [Stand: 13.08.2019].
- OECD (2019b): *Education at a glance 2019*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2019c): *Talent Attractiveness*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2019d): *Main Science and Technology Indicators*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2019e): *OECD.Stat: Patents Statistics*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- OECD (2019f): *Measuring the Digital Transformation. A roadmap for the future*. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- Open Banking: Schweizer Finanzplatz will einen einheitlichen Stecker (2018): Abrufbar unter: www.finews.ch/news/finanzplatz/33326-api-open-banking-sfti-fintech [Stand: 12.12.2019].
- Ouellette, L. L. (2015): Nanotechnology and Innovation Policy. In: *Harvard Journal of Law & Technology* 29, S. 33–75.
- Ouellette, L. L. (2017): Who Reads Patents? In: *Nature Biotechnology* 35, S. 421–424.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., ... & Sobrero, M. (2013): Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. In: *Research Policy*, 42(2), S. 423–442.
- Pfister, C. (2017): Different educational structures and their economic impact on individuals and the economy. Zürich: Universität Zürich.
- Pfister, C., Rinawi, M., Harhoff, D. & Backes-Gellner, U. (2018): Regional innovation effects of applied research institutions. Zürich: Universität Zürich.
- Pfister, C., Tuor Sartore, S. N. & Backes-Gellner, U. (2017): The relative importance of type of education and subject area. Empirical evidence for educational decisions. In: *Evidence-based HRM: a Global Forum for Empirical Scholarship*, 5(1), S. 30–58.
- PK/VZLS/SZV (2018): *Branchenstatistik Zahntechnik Schweiz 2017*. Luzern.
- Porter, M. E. (2008): Clusters and competition: New agendas for companies, governments, and institutions. In: Porter, M. E. (Hrsg.) (2. Ausgabe, S. 213–304). Boston, Mass.: Harvard Business Review Books.
- Prozesstechnik Online (2018): Wo bleibt Pharma 4.0? Abrufbar unter: <https://prozesstechnik.industrie.de/pharma/expertenmeinung/wo-bleibt-pharma-4-0/> [Stand: 15.12.2019].

- PwC (2017a): Global FinTech Report 2017. Redrawing the lines: FinTech's growing influence on Financial Services. PricewaterhouseCoopers AG.
- PwC (2017b): CEO Survey Marché hospitalier Suisse. PricewaterhouseCoopers AG.
- PwC (2018): Schweizer Spitäler: so gesund waren die Finanzen 2017. PricewaterhouseCoopers AG.
- Radauer, A. & Streicher, J. (2008): Support Services in the Field of Intellectual Property Rights (IPR) for SMEs in Switzerland: A Review. Abrufbar unter: www.ige.ch/fileadmin/user_upload/dienstleistungen/publikationen_institut/Support-Services_2008.pdf [Stand: 15.12.2019].
- Radowitz, v. K. (31.03.2018): Konkurrenzkampf: Was Schweizer Händler tun müssen, um gegen Amazon zu bestehen. Handelszeitung.
- Rammer, C. & Trunschke, M. (2018): Forschung und Innovation: Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen. Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (Hrsg.). Bern.
- Ramos-Vielba, I., Sánchez-Barriluengo, M. & Woolley, R. (2016): Scientific research groups' cooperation with firms and government agencies: motivations and barriers. In: *The Journal of Technology Transfer*, 41(3), 558–585.
- Renold, U. (2015): Welche Akademikerquote brauchen wir? Über den Umgang mit Fuzzy Boundaries in internationalen Bildungssystemvergleichen. In: Amstutz H. (Hrsg.): *Fuzzy boundaries*. Festschrift für Antonio Loprieno. Hamburg: Widmaier, S. 941–963.
- Renold, U., Bolli, T., Bürgi, J., Caves, K., Egg, M. E., Kemper, J. & Rageth, L. (2016): Feasibility study for a curriculum comparison in vocational education and training: Intermediary report II: Education-employment linkage index. Zürich: ETH Zürich.
- Rinawi, M. & Backes-Gellner, U. (2015): Skill prices, skill composition, and the structure of wages. Zürich: Universität Zürich.
- Rotolo, D., Hicks, D. & Martin, B.R. (2015): What Is an Emerging Technology? In: *Research Policy* 44, 1827–1843.
- Rudolph, T. & Linzmajer, M. (2014): Big Data im Handel. In: *Marketing Review* St. Gallen (1/2014). Abrufbar unter: www.springerprofessional.de/big-data-im-handel/6402104 [Stand: 15.12.2019].
- Rupietta, C. & Backes-Gellner, U. (2019): Combining knowledge stock and knowledge flow to generate superior incremental innovation performance – Evidence from Swiss manufacturing. In: *Journal of Business Research*, 94(2019), S. 209–222.
- Sakakibara, M. & Branstetter, L. (2001): Do Stronger Patents Induce More Innovation? Evidence from the 1998 Japanese Patent Law Reforms. In: *RAND Journal of Economics* 32, S. 77–100.
- Salvisberg, A. (2010): Soft Skills auf dem Arbeitsmarkt. Bedeutung und Wandel. Zürich: Seismo.
- Sampat, B. & Williams, H. L. (2019): How Do Patents Affect Follow-On Innovation? Evidence from the Human Genome. In: *American Economic Review* 109, S. 203–236.
- Samuelson, P. A. (1954): The Pure Theory of Public Expenditure. In: *Review of Economics and Statistics* 36, S. 387–389.
- Saxenian, A. (1994): *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge: Harvard University Press.
- SBFI (2014a): Bibliometrische Untersuchung zur Forschung in der Schweiz 1981–2011. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2014b): Berufsabschluss und Berufswechsel für Erwachsene. Bestehende Angebote und Empfehlungen für die Weiterentwicklung. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2016): *Forschung und Innovation in der Schweiz 2016*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2017a): *Berufsbildung in der Schweiz: Fakten und Zahlen 2017*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2017b): *Handbuch Prozess der Berufsentwicklung in der beruflichen Grundbildung*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2018a): *Beteiligung der Schweiz an den Europäischen Forschungsrahmenprogrammen. Zahlen und Fakten 2018*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2018b): *Bildung, Forschung und Innovation in der Schweiz: Chronologie*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2019): *Auswirkungen der Beteiligung der Schweiz an den europäischen Forschungsrahmenprogrammen - Bericht 2019*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- Scanlan, J. (2018): A capability maturity framework for knowledge transfer. In: *Industry and Higher Education*, 32(4), 235–244.
- Schartinger, D., Schibany, A. & Gassler, H. (2001): Interactive Relations Between Universities and Firms: Empirical Evidence for Austria. In: *Journal of Technology Transfer*, 26, S. 255–268.
- Schiersch, A. & Gehrke, B. (2018): *F&E-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 6*. Berlin, Hannover.
- Schmid, M., Schmidlin, S. & Hischier, D. S. (2017): *Berufsabschluss für Erwachsene: Sicht von betroffenen Erwachsenen*. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- Schultheiss, T., Pfister, C. & Backes-Gellner, U. (2018): *Rising tide effect or crowding out – does tertiary education expansion lift the tasks of workers without tertiary degree?* Zürich: Universität Zürich.
- Schweri, J., Iten, R. (2018): *Berufe passen sich der Digitalisierung an*. In: *Die Volkswirtschaft*, 1–2, S. 20–23.
- Scienceindustries (2019): *Aussenhandel Chemie Pharma Life Sciences 2018: Chemie Pharma Life Sciences als grösste Exportindustrie der Schweiz legt weiter zu*. Abrufbar unter: www.scienceindustries.ch/medien/medienmitteilungen/_detail-407/62010%252Faussenhandel-chemie-pharma-life-sciences-2018 [Stand: 15.12.2019].
- Scotchmer, S. (1991): Standing on the Shoulder of Giants: Cumulative Research and the Patent Law. In: *Journal of Economic Perspectives* 5, S. 29–41.
- SECO (2018): *Regionale Innovationssysteme (RIS): Evaluation und RIS-Konzept 2020+*. Bern: Staatssekretariat für Wirtschaft.

- SECO (2019): Bruttoinlandprodukt im 4. Quartal 2018: Rückkehr zu moderatem Wachstum. Bern: Staatssekretariat für Wirtschaft. Abrufbar unter: www.seco.admin.ch/seco/de/home/seco/nsb-news.msg-id-74140.html [Stand: 15.12.2019].
- sfi & zeb (2019): Digital Pulse Check 3.0 – Schweiz vs. Europa. Zürich: Swiss Finance Institute. Abrufbar unter: <http://www.sfi.ch/system/tdf/Studie-DPC-DE.pdf?file=1> [Stand: 15.12.2019].
- Shapiro, C. (2000): Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent pools, and Standard Setting. In: *Innovation Policy and the Economy*, 1, S. 119–150.
- Sheldon, G. (1992): Selbstselektion und Bildungsrenditen – Ökonometrische Untersuchungen an einem Mikro-Datensatz für die Schweiz. In: Blossfeld, H.-P., Sadowski, D. (Hrsg.): *Ökonomie und Politik beruflicher Bildung. Europäische Entwicklungen*. Berlin: Duncker & Humblot, S. 105–135.
- Sichelman, T. & Graham, S. (2010): Patenting by Entrepreneurs: An Empirical Study. In: *Michigan Telecommunications Technology Law Review* 17, 111–180.
- SKBF (2007): Bildungsbericht Schweiz 2006. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- SKBF (2010): Bildungsbericht Schweiz 2010. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- SKBF (2014): Bildungsbericht Schweiz 2014. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- SKBF (2018): Bildungsbericht Schweiz 2018. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- Spescha, A. & Wörter, M. (2018): Innovation in der Schweizer Privatwirtschaft. «Ergebnisse der Innovationserhebung 2016» der Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich (KOF) im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI). Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- Spescha, A. & Wörter, M. (2019): Im internationalen Vergleich starke Konzentration der F&E-Aktivitäten in der Schweiz. In: *KOF Studies*, 139. Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF, ETH Zürich.
- start-upticker.ch (2018): Swiss Startup Radar 2018/2019. Luzern.
- Statista (2018a): Bankenbranche in der Schweiz. Abrufbar unter: <https://de.statista.com/statistik/studie/id/22646/dokument/bankenbranche-in-der-schweiz-statista-dossier> [Stand: 15.12.2019].
- Statista (2018b): Detailhandel in der Schweiz. Abrufbar unter: <https://de.statista.com/themen/2921/detailhandel-in-der-schweiz/> [Stand: 15.12.2019].
- Statista (2018c): Versicherungsbranche in der Schweiz. Abrufbar unter: <https://de.statista.com/statistik/studie/id/25982/dokument/versicherungsbranche-in-der-schweiz-statista-dossier/> [Stand: 15.12.2019].
- Steck, A. (2018, February 4): Frauen orchestrieren die digitale Revolution. In: *NZZ am Sonntag*. Zürich.
- Swisscom (2018): Trends 2018: Wenn Daten ihren geschäftlichen Wert entfalten.
- Swisscom (2019): Trends 2019: Wie Unternehmen ihre Daten besser nutzen können.
- Swisscom / MSM research (2018): Künstliche Intelligenz.
- Swissmem (2004): Umfrage Berufsreform Polymechaniker/in – Resultate, Kommentare und Umsetzungsvorschläge. Stand 22. Oktober 2004. Zürich.
- Swissmem (2018a): Swissmem Network: Die Zukunft ist jetzt – Fokus Digitalisierung. Zürich.
- Swissmem (2018b): Umsetzungsstand Industrie 4.0: Umfrage in der Schweizer MEM-Branche 2018. Zürich.
- Swissmem (2019): International erfolgreich, in der Schweiz zu Hause. Zürich. Abrufbar unter: www.swissmem.ch/de/industrie-politik/ueber-die-mem-industrie.html [Stand: 15.12.2019].
- swiTT (2018): swiTTreport 2018 – Swiss Technology Transfer Report. Bern: Swiss Technology Transfer Association.
- swiTT (2019): swiTTreport 2019 – Swiss Technology Transfer Report. Bern: Swiss Technology Transfer Association.
- SWR (2018): Prise de position du Conseil Suisse de la Science sur le projet d'adaptation de la loi sur les produits thérapeutiques, 11.06.18. Bern: Schweizerischer Wissenschaftsrat.
- Teigheder, M. & Hofmann, S. (2018, August 28): Big Pharma setzt auf Big Data gegen die Forschungsflaute: Die Digitalisierung wird zum Hoffnungsträger: Neue Analysen, Vernetzung sowie grössere Datenmengen könnten der Arzneimittelentwicklung Schub geben. *Handelsblatt*. Abrufbar unter: www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/novartis-roche-pfizer-merck-big-pharma-setzt-auf-big-data-gegen-die-forschungsflaute/22931524.html?ticket=ST-42861-5dBfehkZ00mPazkS-6IHQ-ap6 [Stand: 15.12.2019].
- The Young Foundation (2012): Social Innovation Overview – Defining Social Innovation: A deliverable of the project: «The theoretical, empirical and policy foundations for building social innovation in Europe» (TEPSIE). Brüssel: European Commission.
- Toner, Ph. (2010): Innovation and Vocational Education. In: *The Economic and Labour Relations Review*, 21(2), S. 75–98.
- Töpfer, S., Cantner, U. & Graf, H. (2017): Structural dynamics of innovation networks in German Leading-Edge Clusters. In: *The Journal of Technology Transfer*. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9642-4> [Stand: 15.12.2019].
- Torrisi, S., Gambardella, A., Giuri, P. Harhoff, D., Hoisl, K. & Mariani, M. (2016): Used, Blocked and Sleeping Patents: Empirical Evidence from a Large-scale Inventor Survey. In: *Research Policy* 45, S. 1374–1385.
- Trajtenberg, M. (2018): AI as the next GPT: a political economy perspective, NBER work. Tel-Aviv University.
- Tsande, E., Beeli, S., Aeschlimann, B., Kriesi, I. & Voit, J. (2017): Berufsabschluss für Erwachsene: Sicht von Arbeitgebenden. Schlussbericht zuhanden des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI). Zollikofen: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung EHB.
- Tyler, N. (2014): Patent Nonuse and Technology Suppression: The Use of Compulsory Licensing to Promote Progress. *University of Pennsylvania Law Review* 162, S. 451–475.
- UN Office Geneva (2015): Geneva's expertise on the SDGs - SDG Mapping (1st ed.). Genève: United Nations Office at Geneva – UNOG. Abrufbar unter: [https://unog.ch/80256EDD006B8954/\(httpAssets\)/1185B501A33DDAE4C125805700463E6F/\\$file/Geneva+Expertise+SDGs_recto.pdf](https://unog.ch/80256EDD006B8954/(httpAssets)/1185B501A33DDAE4C125805700463E6F/$file/Geneva+Expertise+SDGs_recto.pdf) [Stand: 18.12.2018].
- UNO (2015): Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sus-

- tainable Development. Angenommen von der Generalversammlung der Vereinten Nationen am 25. September 2015. New York.
- van Overwalle, G. (2011): Policy Levers Tailoring Patent Law to Biotechnology: Comparing U.S. and European Approaches. In: *University of California at Irvine Law Review* 1, S. 435–517.
- Vaterlaus, S., Zenhäusern, P., Schneider, Y., Bothe, D., Trhal, N. & Riechmann, C. (2015): Optimierungspotenziale des nationalen Schweizer Patentsystems. Bern: Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum. Abrufbar unter: www.polynomics.ch/fileadmin/polynomics/04_Dokumente/Polynomics_Frontier_IGE_OptimierungPatentsystem_Schlussbericht_Gesamt_D_final.pdf
- Villani, E., Rasmussen, E. & Grimaldi, R. (2017): How intermediary organizations facilitate university–industry technology transfer: A proximity approach. In: *Technological Forecasting and Social Change*, 114, S. 86–102.
- von Graevenitz, G. & Garanasvili, A. (2018): The European Patent System: A Descriptive Analysis. Dokument zur Vorbereitung der GRUR, präsentiert an der EPIP-Conference 2018 an der ESMT Berlin.
- Weatherall, K. & Jensen, P. (2005): An Empirical Investigation into Patent Enforcement in Australian Courts. In: *Federal Law Review* 33, S. 239–286.
- Weber, B. A. & Wolter, S. C. (1999): Wages and human capital: Evidence from Switzerland. In: Asplund, R., Telhado Pereira, P. (Hrsg.): *Returns to human capital in Europe. A literature review*. Helsinki: In: The Research Institute of the Finnish Economy, S. 325–350.
- Weber, B. A. (2003): Bildungsfinanzierung und Bildungsrenditen. In: *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 25(3), S. 405–430.
- Weckerle, C., Grand, S., Martel, F., Page, R. & Schmuki, F. (2018): 3rd Creative Economies Report Switzerland 2018. Zürich: Zürcher Hochschule der Künste Kulturanalysen und Vermittlung.
- WEF (2017): Digital Transformation Initiative - Chemistry and Advanced Materials Industry. Cologny/Genève: World Economic Forum.
- WEF (2018): The Global Competitiveness Report 2018–2019. Genève: World Economic Forum.
- Weltbank (2019): Doing Business 2019: Training for Reform. Washington, DC: The World Bank.
- Wider, M. (2016): Mobile Disruption – oder warum der richtige Einsatz von Mobile für den Einzelhandel überlebenswichtig ist. In: G. Heinemann, H. M. Gehrckens & U. J. Wolters (Hrsg.): *Digitale Transformation oder digitale Disruption im Handel* (S. 449–468). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Abrufbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-13504-1_21 [15.12.2019].
- Williams, H. L. (2017): How Do Patents Affect Research Investments? In: *Annual Review of Economics* 9, S. 441–469.
- WIPO (2017): Intangible capital in global value. Genève: Weltorganisation für geistiges Eigentum.
- Wolleb, C. (2019): Fricktal aufgepasst: In der Pharmaindustrie wachsen die Bäume nicht in den Himmel. Neue Fricktaler Zeitung. Abrufbar unter: www.nfz.ch/2019/01/fricktal-aufgepasst-der-pharmaindustrie-wachsen-die-b%C3%A4ume-nicht-den-himmel.html [Stand: 15.12.2019].
- Wolter, M. I., Mönnig, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T. & Neuber-Pohl, C. (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft: Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit.
- Wolter, S. C. & Ryan, P. (2011): Apprenticeship. In: Hanushek, E. A., Machin, S., Woessmann, L. (Hrsg.): *Handbook of the economics of education*. Band 3. Amsterdam: North-Holland, S. 521–576.
- Wolter, S. C. & Weber, B. A. (1999): A new look at private rates of return to education in Switzerland. In: *Education + Training*, 41(8), S. 366–372.
- Wolters, U. J. (2016): Neuerfindung des Handels durch digitale Disruption. In: G. Heinemann, H. M. Gehrckens & U. J. Wolters (Hrsg.): *Digitale Transformation oder digitale Disruption im Handel* (Vol. 69, pp. 29–48). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Abrufbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-13504-1_2 [Stand: 15.12.2019].
- Wright, B. D. (1983): The Economics of Invention Incentives: Patents, Prizes, and Research Contracts. In: *American Economic Review* 73, S. 691–707.
- Zahra, S. A. & George, G. (2002): Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. In: *Academy of management review*, 27(2), S. 185–203.
- Zerdick, A. & Hefele, J. (2017): Transparenzinduzierte Konsequenzen für Online-Handelsmodelle. In: Schallmo, D., Rusnjak, A., Anzengruber, J., Werani, T. & Jünger, M. (Hrsg.): *Schwerpunkt. Digitale Transformation von Geschäftsmodellen: Grundlagen, Instrumente und Best Practices* (S. 575–594). Wiesbaden: Springer Gabler. Abrufbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-12388-8_24 [Stand: 15.12.2019].
- Zern & Partner (2017): Prioritätenänderung – Digitalisierung, Wettbewerb durch Nicht-Banken und Human Resources bewegen Bankverantwortliche am meisten. In: *Berner Kantonalbank* (Hrsg.): *Umfrageergebnisse Regionalbanken 2017*.
- Zürcher M. (2016): Gegenstand, Relevanz und Praxis der Geisteswissenschaften. Eine philosophisch–anthropologische Begründung. Bern: Schweizerische Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW).

Anhang 2 – Abkürzungen

aF&E	Anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BBG	Berufsbildungsgesetz
BFE	Bundesamt für Energie
BFI	Bildung, Forschung und Innovation
BFS	Bundesamt für Statistik
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung (Deutschland)
BIP	Bruttoinlandprodukt
BV	Bundesverfassung
BWS	Bruttowertschöpfung
CERN	Europäisches Laboratorium für Teilchenphysik
CHF	Schweizer Franken
CIS	Community Innovation Survey / Innovationserhebung der Gemeinschaft
CSEM	Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique
DEZA	Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit
DL	Dienstleistungen
DLT	Distributed Ledger Technologies
Eawag	Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs
EDK	Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren
EEN	Enterprise Europe Network
EFI-Gutachten	Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands der deutschen Expertenkommission Forschung und Innovation
Empa	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
EPA	Europäisches Patentamt
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne / Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne
EPO	Europäische Patentorganisation
EPÜ	Europäisches Patentübereinkommen
ERC	European Research Council / Europäischer Forschungsrat
ESA	European Space Agency / Europäische Weltraumorganisation
ESO	European Southern Observatory / Europäische Organisation für astronomische Forschung in der südlichen Hemisphäre
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
ETH Zürich	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
EU	Europäische Union
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft, Fusionsforschungsprogramm
EUREKA	Initiative im Rahmen der europäischen technologischen Forschungszusammenarbeit
F&E	Forschung und Entwicklung
F&I	Forschung und Innovation
FH	Fachhochschule
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
FIFG	Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation
FINMA	Eidgenössische Finanzmarktaufsicht
FinTech	Finanztechnologie
FRP	Forschungsrahmenprogramme der Europäischen Union
GEM	Global Entrepreneurship Monitor
GERD	Gross domestic expenditure on research and development / Bruttoinlandaufwendungen für F&E
GSW	Geistes- und Sozialwissenschaften
HF	Höhere Fachschule
HFKG	Hochschulförderungs- und -koordinationsgesetz
HKB	Hochschule der Künste Bern
HSG	Universität St. Gallen
HSR	Hochschule Rapperswil

IT	Informationstechnologie / Informationstechnik
IdD	Internet der Dinge
IGE	Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IO	Intermediäre Organisationen
IP	Intellectual property / geistiges Eigentum
IPC	International Patent Classification / Internationale Patentklassifizierung
IPR	Intellectual Property Rights / Recht am geistigen Eigentum
ITC	International Trade Centre / Internationales Handelszentrum
ITEM	Institut für Technologiemanagement
KI	Künstliche Intelligenz
KI(B)S	Knowledge Intensive (Business) Services / Wissensintensive Unternehmens-Dienstleistungen
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KOF	Konjunkturforschungsstelle (der ETH Zürich)
KTI	Kommission für Technologie und Innovation (heute Innosuisse)
In	Logarithmus
MEM	Maschinenbau-, Elektronik- und Metallindustrie
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
Mio.	Millionen
MNU	Multinationale Unternehmen
Mrd.	Milliarden
NFP	Nationale Forschungsprogramme
NFS	Nationale Forschungsschwerpunkte
NOGA	Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige
NRP	Neue Regionalpolitik
OdA	Organisation der Arbeitswelt
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development / Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
P2P	Europäische Public-Public Partnerships
PCT	Patent Cooperation Treaty / Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens
PH	Pädagogische Hochschule
PISA	Programme for International Student Assessment
POoE	Private Organisationen ohne Erwerbszweck
PPP	Public-Private-Partnerships / Öffentlich-private Partnerschaften
PSI	Paul Scherrer Institut
RIS	Regionale Innovationssysteme
SATW	Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
SBBK	Schweizerische Berufsbildungsämter-Konferenz
SBFI	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
SCCER	Swiss Competence Centers for Energy Research
SDG	Sustainable Development Goals der Uno
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
SFI	Swiss Finance Institute
SIP	Switzerland Innovation Park
SKBEQ	Schweizerische Kommission für Berufsentwicklung und Qualität
SKBF	Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung
SNF	Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung
SUPSI	Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
swiTT	Swiss technology transfer Vereinigung
SWR	Schweizerischer Wissenschaftsrat
UH	Universitäre Hochschule
UNO	United Nations Organization / Organisation der Vereinten Nationen
VDK	Konferenz Kantonaler Volkswirtschaftsdirektorinnen und -direktoren
WBF	Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung
WeBiG	Weiterbildungsgesetz
WIPO	World Intellectual Property Organization / Weltorganisation für den Schutz des geistigen Eigentums

WSL Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
WTT Wissens- und Technologietransfer
ZFH Zürcher Fachhochschule
ZHdK Zürcher Hochschule der Künste

Anhang 3 – Projektbegleitung

Der Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz 2020» wurde von bundesexternen Experten (ad personam) sowie von Stakeholder-Vertretenden begleitet. Weiter wurde die Erarbeitung der sieben Studien von Teil C von je einer Projektgruppe begleitet.

Expertengruppe (ad personam)

Prof. Uschi Backes-Gellner	Universität Zürich
Prof. em. Roman Boutellier	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Richard Deiss	Europäische Kommission (BE)
Prof. Dominique Foray	Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne
Prof. Joachim Henkel	Technische Universität München (DE)
Dr. Reto Naef	Novartis Pharma AG
Prof. em. Ulrich W. Suter	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Begleitgruppe (Stakeholder)

Akademien der Wissenschaften Schweiz	Claudia Appenzeller-Winterberger
Bundesamt für Statistik	Pierre Sollberger
economiesuisse	Dr. Roger Wehrli
ETH-Rat	Dr. Patrick Vonlanthen
Innosuisse – Schweizerische Agentur für Innovationsförderung	Adrian Berwert
Schweizerischer Nationalfonds	Fabio Molo
Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren	Madeleine Salzmann
Schweizer Wissenschaftsrat	Dr. Claudia Acklin / Eva Herrmann
scienceindustries	Marcel Sennhauser
Staatssekretariat für Wirtschaft	Dr. Simon Jäggi
Swissmem	Robert Rudolph
swissuniversities	Dr. Anne Crausaz-Esseiva

Mitglieder der Projektgruppen der Studien (ad personam)

Dr. Claudia Acklin	Schweizer Wissenschaftsrat
Prof. em. Roman Boutellier	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Adrian Berwert	Innosuisse - Schweizerische Agentur für Innovationsförderung
Dr. Christian Busch	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
Daniel Dossenbach	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
Dietmar Eglseder	suissetec
Prof. Dominique Foray	Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne
Katrin Frei	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
Alois Gartmann	suissetec
Prof. Dietmar Grichnik	Institut für Technologiemanagement, Universität St. Gallen
Dr. Pierangelo Gröning	Empa - Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Prof. David Gugerli	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Prof. Erik Hofmann	Institute of Supply Chain Management, Universität St. Gallen
Dr. Stefan Kohler	Schweizerische Vereinigung für Technologietransfer
Dr. Jürg Krebs	Inspire AG
Dr. Beat Moser	ehemals Direktor scienceindustries
Prof. Samuel Mühlemann	Ludwig-Maximilians-Universität München (DE)
Robert Rudolph	Swissmem
Patrick Schwendener	PricewaterhouseCoopers AG

Dr. Hansueli Stamm	Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Dr. Cornelia Stengel	Swiss Fintech Innovations
Beat Weibel	Siemens, München (DE)
Prof. Christoph Weckerle	Zürcher Hochschule der Künste
Dr. Roger Wehrli	economiesuisse
Jürg Zellweger	Schweizerischer Arbeitgeberverband
Dr. Markus Zürcher	Schweizerische Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften

