



Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz»

Die Schweizer Forschung und Innovation im internationalen Vergleich – Aktualisierte Indikatoren 2018



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Der vom SBFI herausgegebene Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz» ist erstmals 2016 erschienen. Die neue Gesamtausgabe des Berichtes wird 2020 publiziert. Um zwischenzeitlich über möglichst aktuelle Zahlen zu verfügen, ist der Indikatorenteil des Berichtes (Teil B – Die Schweizer Forschung und Innovation im internationalen Vergleich) 2018 aktualisiert worden.

Auskünfte

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
Abteilung Forschung und Innovation
Einsteinstrasse 2, CH-3003 Bern
+41 58 465 42 75; info@sbfi.admin.ch

Impressum

Herausgeber: Staatssekretariat für Bildung,
Forschung und Innovation SBFI, © 2018
Konzept, Koordination und Redaktion: Dr. Müfit Sabo,
Dr. Sylvie Rochat, Annette Kull, Dr. Isabelle Maye,
Thomas Boschung, Nicole Hofer, Léo Benmenni,
Daniel Duttweiler, Martin Fischer
Layout: Désirée Goetschi SBFI
Übersetzung: Sprachdienst SBFI
Download: www.sbfi.admin.ch/f-i_bericht
Verfügbar auf Deutsch und Französisch
ISSN: 2296-3847

Inhalt

Einleitung	5
Management Summary	6
1 Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation	8
2 Bildung und Qualifikationen	12
3 Personal im Bereich Forschung und Innovation	16
4 Aufwendungen im Bereich Forschung und Innovation	18
5 Finanzierung von Forschung und Innovation	21
6 Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der EU	24
7 Wissenschaftliche Publikationen	29
8 Patente.	33
9 Wissens- und Technologietransfer.	38
10 Innovationsaktivitäten der Unternehmen	42
11 Wirtschaftsleistung.	48
12 Informations- und Kommunikationstechnologien	50
13 Die Schweiz im globalen Vergleich führender Innovationsregionen.	58

Einleitung

Der vom SBFJ herausgegebene Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz» ist erstmals 2016 erschienen. Er bietet einen umfassenden Einblick in das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem, aufschlussreiche Länder- und Regionenvergleiche sowie eine Vertiefung ausgewählter Themen. Der Bericht dient als Nachschlagewerk und Diskussionsgrundlage. Die neue Gesamtausgabe des Berichtes wird 2020 publiziert.

Um zwischenzeitlich über möglichst aktuelle Zahlen zu verfügen, ist der Indikatorenteil des Berichtes aktualisiert worden. Dazu wurde die Schweiz mit ausgewählten Ländern sowie mit Regionen verglichen, die stark auf Forschung und Innovation ausgerichtet sind. Die Indikatoren erlauben es, die internationale Stellung der Schweiz in Forschung und Innovation zu beurteilen. Ausserdem enthält die Aktualisierung neu ein zusätzliches Kapitel zu den Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT).

Ländervergleich¹ (Kapitel 1 bis 12)

Soweit entsprechende Daten verfügbar sind, wird die Schweiz mit den folgenden Ländern verglichen: Österreich, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Japan, Korea, Niederlande, Schweden, Vereinigtes Königreich (im Folgenden UK), Vereinigte Staaten von Amerika (im Folgenden USA) und China.²

Diese Länder werden für den Vergleich herangezogen, weil sie mindestens eines der folgenden Merkmale aufweisen:

- Im Bereich Wissenschaft und Technologie belegen sie eine Spitzenposition.
- Ihre wirtschaftliche Bedeutung nimmt zu.
- Hinsichtlich ihrer Grösse oder ihres Entwicklungsstands sind sie mit der Schweiz vergleichbar.
- Sie sind bedeutende Wirtschaftspartner der Schweiz.

In den Kapiteln 1 bis 12 wird die Stellung der Schweiz im Vergleich zu diesen Ländern erläutert. So weit wie möglich sind alle Kapitel gleich aufgebaut: Kontext und Stichhaltigkeit des Indikators, Vergleich der Schweiz mit den anderen Ländern sowie Entwicklung im Zeitverlauf. Einige wenige Indikatoren beziehen sich nur auf den nationalen Kontext und werden nicht international verglichen.

¹ Dieser Teil beruht auf Grundlagenarbeiten, die von Dr. Spyridon Arvanitis, Dr. Martin Wörter und Flavio Schönholzer, Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich (KOF), durchgeführt wurden.

² Die Länder sind in der Reihenfolge erwähnt, in der sie in den Tabellen der OECD aufgeführt sind (englische Version).

³ Dieser Teil beruht auf einer Studie, die von Dr. Christian Rammer, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim (D), durchgeführt wurde.

Vergleich mit Innovationsregionen³ (Kapitel 13)

Forschung und Innovation konzentrieren sich in vielen Fällen auf verhältnismässig wenige Regionen eines Landes. Dies hängt insbesondere mit positiven Externalitäten (externe Effekte des Wissens) zusammen, die durch die räumliche Nähe zwischen den Akteuren gefördert werden. In diesen «Innovationsregionen» ist oftmals ein beträchtlicher Teil der Forscherinnen und Forscher eines Landes tätig. Deshalb sind solche Regionen eine treibende Kraft bei der Erarbeitung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und bei der Entwicklung von Innovationen.

Abgesehen vom Vergleich mit anderen Ländern kann dank dem Vergleich mit Innovationsregionen die internationale Stellung der Schweiz besser beurteilt werden, weil damit die Messlatte höher gelegt wird. Ausserdem entspricht ein solcher Vergleich eher den besonderen Strukturen der Schweiz – kleine, offene und hochspezialisierte Volkswirtschaft – als ein Vergleich mit grossen Staaten.

In Kapitel 13 wird die Analyse des Berichts «Forschung und Innovation in der Schweiz 2016» fortgesetzt und mit dem Einbezug einer grösseren Zahl von aussereuropäischen Regionen erweitert und vertieft. Es werden sechs nordamerikanische Regionen (Bay Area, Grossraum New York, Grossraum Boston, Grossraum Seattle, Provinz Ontario, Provinz Quebec), neun ostasiatische Regionen (Grossraum Tokio, Grossraum Osaka, Grossraum Seoul, Grossraum Daejeon, Grossraum Busan-Daegu, Provinz Jiangsu, Provinz Zhejiang, Grossraum Shanghai, Provinz Guangdong) sowie dieselben fünf europäischen Regionen wie im Bericht 2016 (Baden-Württemberg, Bayern, Lombardei/Piemont, Grossraum Paris, Grossraum London) betrachtet.

Indikatoren und ihre Grenzen

Die Indikatoren sind quantitative Darstellungen, die in diesem Bericht Kurzinformationen zu den Investitionen, den Interaktionen und den Leistungen im Bereich Forschung und Innovation liefern. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Indikatoren generell mit Vorsicht zu interpretieren sind, insbesondere im Bereich Forschung und Innovation:

- Die Wirkung von Forschung und Innovation kann nur mittel- oder langfristig erfasst werden.
- Die Indikatoren sind generell statisch und können die Komplexität des nationalen Innovationssystems nicht vollständig erfassen.
- Es ist äusserst schwierig, die Wirkung von Forschung und Innovation auf Güter zu beurteilen, die nicht den Marktkräften unterworfen sind. Dies gilt unabhängig davon, ob es sich um Güter kultureller, sozialer, politischer oder umweltbezogener Art handelt.

Trotzdem ermöglichen es die nachfolgend verwendeten Indikatoren, eine Bestandsaufnahme der Forschungs- und Innovationsleistungen der Schweiz vorzunehmen. Ausserdem lässt sich mit Hilfe der Indikatoren die Entwicklung dieser Leistungen beobachten.

Management Summary

Aus dem internationalen Vergleich geht hervor, dass das Schweizer Forschungs- und Innovationssystem allgemein sehr leistungsfähig ist. Ein Vergleich mit den bedeutendsten Konkurrenten und Wirtschaftspartnern zeigt, dass die Schweiz im Bereich Forschung und Innovation weltweit weiterhin zu den bestplatzierten Ländern gehört. Die Schweiz schneidet insbesondere bei den Rahmenbedingungen oder auch bei den Bildungsindikatoren sowie bei den Publikationen und Patenten sehr gut ab. Jedoch haben sich in den letzten Jahren die Unterschiede zwischen den verschiedenen Ländern verringert.

Besondere Aufmerksamkeit ist daher den Bereichen zu schenken, in denen die Leistungsfähigkeit der Schweiz ein Verbesserungspotenzial aufweist. Dazu zählen beispielsweise Wissens- und Technologietransfer (WTT) zwischen den kleinen Unternehmen und den Hochschulen sowie die Innovationsaktivitäten von kleinen Unternehmen.

Die gute Position der Schweiz bestätigt sich auch im Regionenvergleich. Das Ergebnis ist jedoch weniger deutlich als im Ländervergleich. Auffallend ist, dass beispielsweise zehn Regionen prozentual einen grösseren Anteil des Bruttoinlandsprodukt (BIP) für Forschung und Entwicklung (F&E) aufwenden und sieben Regionen höhere Beschäftigungsanteile in forschungs- und wissensintensiven Branchen aufweisen als die Schweiz.

Rahmenbedingungen

Die Prüfung der Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation ergibt für die Schweiz ein sehr positives Ergebnis. Bei den meisten Indikatoren gehört sie zur Spitzengruppe. Es steht eine qualitativ hochstehende Infrastruktur zur Verfügung. Die Unternehmensbesteuerung liegt auf einem sehr tiefen Niveau. Die Schweiz gehört ausserdem zu den Ländern mit der grössten Arbeitsmarktflexibilität. Die Lebensqualität ist hoch. Für Unternehmensgründungen bestehen nur geringfügige Hindernisse. Was hingegen die Dauer von Firmengründungen betrifft, liegt die Schweiz im Mittelfeld der Vergleichsländer.

Bildung und Qualifikationen

Die Schweizer Forschung und Innovation stützt sich unter anderem auf die hohe Qualität des Bildungssystems ab. Beim Anteil der Bevölkerung mit einem tertiären Abschluss steht die Schweiz den anderen Ländern in nichts nach, sofern man auch die höhere Berufsbildung in die Betrachtung miteinschliesst. Diese spielt eine wichtige Rolle bei der Höherqualifizierung von Fachkräften. Die guten Resultate lassen sich teilweise mit der ausgeprägten Internationalisierung des Bildungssystems erklären. Die Schweiz ist dank dem hohen Renommee der Hochschulen

attraktiv für Studierende, Doktorierende und Forschende aus dem Ausland.

Personal im Bereich Forschung und Innovation

Die Schweiz zeichnet sich durch ein hervorragendes Humankapital aus. Ein bedeutender Teil der Fachkräfte ist in den Bereichen Wissenschaft und Technologie tätig. Beim Anteil der Forschenden an der Gesamtbeschäftigung liegt die Schweiz jedoch hinter den Vergleichsländern. Der Anteil der Frauen an der Gesamtzahl der Forschenden stellt für die Schweiz ebenfalls eine Herausforderung dar. Die Wettbewerbsfähigkeit könnte dadurch gefährdet sein, dass es für Unternehmen und Forschungseinrichtungen zunehmend schwieriger wird, talentierte Personen zu rekrutieren, die sie für die Erhaltung ihrer Innovationsfähigkeit benötigen.

Aufwendungen im Bereich Forschung und Innovation

Die Schweiz gehört zu den Ländern, die im Verhältnis zum BIP am meisten in F&E investieren. Die privaten Unternehmen tragen knapp zwei Drittel der F&E-Aufwendungen. Dabei haben die grossen Unternehmen ihre Aufwendungen in den letzten Jahren bedeutend erhöht. Die starke Beteiligung des Privatsektors zeugt von den attraktiven Rahmenbedingungen, die in wissensintensiven Bereichen tätige Unternehmen in der Schweiz vorfinden. Mit einem Anteil an den gesamten F&E-Aufwendungen von über 25% spielen auch die Schweizer Hochschulen eine wichtige Rolle. Der Pharmasektor ist der bedeutendste Nutzer von Ergebnissen der in der Schweiz durchgeführten F&E-Aktivitäten.

Finanzierung von Forschung und Innovation

Wie in allen anderen Vergleichsländern stammt der grösste Teil der F&E-Mittel in der Schweiz aus dem Privatsektor. Die Förderung der F&E durch den Bund und die Kantone – unabhängig von der konjunkturellen Entwicklung – hat in der Schweiz einen festen Platz. Die entsprechenden Beiträge für die Forschung werden laufend erhöht. Was die Aktivitäten im Risikokapitalbereich anbelangt, liegt die Schweiz im Mittelfeld. Im Vergleich mit den USA sind die diesbezüglichen Anstrengungen in der Schweiz verhältnismässig bescheiden.

Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der Europäischen Union

Hinsichtlich der Beteiligung an internationalen Forschungsprogrammen kann die Schweiz auf eine lange Tradition zurückblicken. Die Zahl der Schweizer Beteiligungen an Projekten innerhalb der europäischen Forschungsrahmenprogramme (FRP) ist vergleichbar

mit jener anderer kleiner Länder. Sie ist zwischen 1992 und 2013 insgesamt kontinuierlich angestiegen. Die Beteiligung der Schweiz am 8. FRP (Horizon 2020; 2014–2020) ist gegenüber der vorangehenden Programmgeneration (7. FRP) insgesamt zurückgegangen, erholt sich aber seit 2016. Die Erfolgsquote der Projektvorschläge mit Schweizer Beteiligung ist im Vergleich zu jener von europäischen Staaten immer noch hervorragend. Eine endgültige Bilanz kann aber erst nach Abschluss von Horizon 2020 gezogen werden.

Wissenschaftliche Publikationen

Im Bereich der wissenschaftlichen Publikationen kann die Schweiz beachtliche Ergebnisse vorweisen. Trotz der zunehmenden Konkurrenz durch aufstrebende Volkswirtschaften wie China oder Korea ist sie in der Lage, im Verhältnis zu ihrer Grösse ein ansehnliches Produktionsvolumen von wissenschaftlichen Beiträgen aufrechtzuerhalten. Auffallend sind auch die grossen Wirkungen (Impact) der wissenschaftlichen Publikationen, die in der Schweiz erarbeitet werden. Die starke internationale Verflechtung der Schweizer Forschung ist darauf zurückzuführen, dass Schweizer Forschende sehr häufig mit ausländischen Forschungsinstitutionen zusammenarbeiten. Bei allen Indikatoren zur Produktion, zu den Wirkungen und zur Zusammenarbeit belegen die Bereiche «Life Sciences», «Klinische Medizin» und «Physik, Chemie, Erdwissenschaften» in der Schweiz eine herausragende Position.

Patente

In Bezug auf Patente nimmt die Schweiz eine führende Stellung ein. Gemessen an der Einwohnerzahl ist die Zahl der Patentanmeldungen besonders hoch. Erwähnenswert ist auch die starke internationale Verankerung der Schweiz in Bezug auf Patente. Dies zeigt sich sowohl durch die Anzahl der Patente in internationaler Zusammenarbeit als auch durch die Patente, die von ausländischen Unternehmen in der Schweiz angemeldet werden. Die Stärken der Schweiz liegen auf den Gebieten der Gesundheitstechnologien und der Biotechnologie. In anderen wichtigen Gebieten (Informations- und Kommunikationstechnologien, Nanotechnologie und Umwelttechnologien) liegt die Schweiz jedoch auf den hinteren Rängen.

Wissens- und Technologietransfer

Die Schweiz zeichnet sich durch einen effizienten WTT aus. Die enge Beziehung zwischen den Hochschulen und den Unternehmen ist ein Erfolgsfaktor für die Schweizer Forschung und Innovation. Allerdings besteht noch ein gewisser Spielraum für Verbesserungen, da die Intensität des WTT bei den grösseren Unternehmen deutlich höher ist als bei den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Insbesondere muss der WTT zwischen Hochschulen und kleinen Unternehmen verbessert werden.

Innovationsaktivitäten der Unternehmen

Was die Innovationstätigkeit betrifft, zeichnen sich die Schweizer Unternehmen durch ein sehr gutes Gesamtergebnis aus. Die insgesamt positiven Resultate sind mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die Vielfalt und Dichte der lokalen Wirtschaftssysteme zurückzuführen. Trotz des guten Gesamtergebnisses ist die Tendenz der Innovationsaktivitäten insbesondere der KMU in der Schweiz rückläufig.

Wirtschaftsleistung

Hinsichtlich der Wirtschaftsleistung hat die Schweiz insbesondere beim prozentualen Anteil der in wissensintensiven Bereichen tätigen Unternehmen (Hightech-Industrie und wissensintensive Dienstleistungen) eine gute Position.

Informations- und Kommunikationstechnologien

Die Schweiz zählt zu den Top 10 der Exporteure von Dienstleistungen im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Sie verzeichnet seit 2008 eine ausgeprägte Zunahme. Die Schweiz zählt auch zu den Ländern mit einer hohen Dichte an IKT-Fachkräften und ihre Investitionen in IKT gehören zu den höchsten unter den Vergleichsländern. Bei den IKT-Patenten, den F&E-Ausgaben der IKT-Industrien sowie bei den wissenschaftlichen Publikationen in diesem Bereich hinkt die Schweiz jedoch hinterher.

Vergleich mit Innovationsregionen

Der Vergleich mit Regionen, die stark auf Forschung und Innovation ausgerichtet sind, bestätigt zwar die gute Stellung der Schweiz. Das Ergebnis ist jedoch weniger deutlich als bei der Gegenüberstellung mit den Vergleichsländern. So liegt der Anteil am BIP, der für F&E-Ausgaben eingesetzt wird, in zehn Innovationsregionen deutlich höher. Bei den Publikationen pro Forschenden liegt die Schweiz hinter den Innovationsregionen der USA und der Lombardei. Bei der Anzahl Patente pro Einwohnerinnen und Einwohner wird sie von der Region Tokio übertroffen. Beim Anteil der Beschäftigten in den forschungs- und wissensintensiven Branchen an der Gesamtbeschäftigung befindet sich die Schweiz im Mittelfeld. Dabei ist zu berücksichtigen, dass alle diese Regionen von der Grösse ihres jeweiligen Landes profitieren. Denn sie können auf den Talent- und Ideenpool des ganzen Landes zurückgreifen, während die Schweiz ihren diesbezüglichen Nachteil mit einer offenen Haltung kompensieren muss.

1 Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation

Wie innovativ ein Land ist, hängt nicht nur vom technologischen Potenzial, vom Kapital und von der Grösse der Unternehmen ab. Ebenso wichtig sind die Rahmenbedingungen: Qualitativ hochstehende öffentliche Infrastrukturen, gut ausgebildete Arbeitskräfte, ein effizientes Rechtssystem, gesunde Konkurrenz, funktionierende Finanzinstitute, eine etablierte Risikokultur sowie Kreativität sind unabdingbare Voraussetzungen für Innovationen.

In diesem Kapitel werden deshalb anhand besonders signifikanter Indikatoren die Rahmenbedingungen in verschiedenen Ländern verglichen. So sind zum Beispiel für multinationale Unternehmen die Rahmenbedingungen ausschlaggebend, wenn es um die Wahl des Standortes für die mobilen Aktivitäten (Gesellschaftssitz / Geschäftsleitung, Immobilienverwaltung, Finanzdienstleistungen usw.) geht.

1.1 Qualität der Infrastruktur

Eine umfangreiche und hochwertige Infrastruktur in den Bereichen Verkehr, Elektrizitätsversorgung und Telekommunikation ist eine zentrale Voraussetzung dafür, dass eine Volkswirtschaft effizient funktionieren kann. Eine solche Infrastruktur ist Grundlage für eine effiziente wirtschaftliche Tätigkeit und Voraussetzung für die Anbindung an internationale Märkte.

Abbildung B 1.1 zeigt die Qualität der Infrastruktur der Schweiz im internationalen Vergleich. Die Daten stammen aus einer Befragung von Wirtschaftsführerinnen und -führern. Diese bewerteten die Qualität der Verkehrswege, der Elektrizitätsnetze und der Telekommunikationsnetze im eigenen Land. Die Resultate zeigen geringe Unterschiede zwischen den meisten Vergleichsländern. Die Schweiz, die Niederlande und Japan verfügen über die beste Infrastruktur, China und Italien mit deutlichem Abstand über die schlechteste.

1.2 Steuerbelastung der Unternehmen

Die Steuerbelastung ist mitentscheidend dafür, an welchem Standort sich international tätige Unternehmen ansiedeln. Aber auch für die einheimischen Unternehmen ist die Steuerbelastung von grosser Bedeutung: Sie schafft Anreize für die Gründung von Unternehmen, wirkt sich auf den Handlungsspielraum der Unternehmen aus und ist ein massgebender Faktor in Bezug auf die finanziellen Mittel, die für die Innovationstätigkeit zur Verfügung stehen. Vor allem für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die ihre Innovationstätigkeit hauptsächlich aus dem Cash-Flow finanzieren müssen, kann die Steuerbelastung ein entscheidender Aspekt sein.

Abbildung B 1.2 zeigt die durchschnittliche Steuerbelastung von Unternehmen. Besonders niedrige Steuern entrichten Unternehmen in Dänemark, in der Schweiz und im Vereinigten Königreich (UK). Eine hohe Steuerbelastung verzeichnen hingegen Frankreich und China. Bei diesem Ländervergleich ist allerdings zu beachten, dass einige Länder mit einem steuerlich attraktiven Umfeld wie Singapur, Luxemburg oder Irland nicht berücksichtigt sind.

1.3 Arbeitsmarktflexibilität

Ein flexibler Arbeitsmarkt erleichtert es den Unternehmen, den Bedarf an Fachleuten für die Innovationstätigkeit oder für die Vermarktung neuer Produkte zu decken. Eine hohe Arbeitsmarktflexibilität fördert die technologische Flexibilität und beschleunigt die Umsetzung effizienzsteigernder Technologien.

Abbildung B 1.3 zeigt einen internationalen Vergleich der Arbeitsmarktflexibilität. Die Angaben beruhen auf einer Umfrage bei Unternehmerinnen und Unternehmern in den entsprechenden Ländern. Sie wurden zur Anstellungs- und Kündigungspraxis sowie zur Rolle der Mindestlöhne befragt. Dänemark und die Schweiz haben die flexibelsten Arbeitsmärkte, gefolgt von den USA und UK. Im Gegensatz dazu ist der Arbeitsmarkt in Korea, Frankreich, Finnland und Italien am stärksten reguliert.

1.4 Lebensqualität

Eine hohe Lebensqualität in einem Land ist für Unternehmen ein wesentlicher Standortfaktor. Beispielsweise ist es für Unternehmen in solchen Ländern einfacher, gut ausgebildete, international mobile Arbeitskräfte zu rekrutieren.

Gemäss dem Mercer-Index, einem der international bekanntesten Indikatoren zur Messung der Lebensqualität, werden Städte anhand verschiedener Kriterien wie politisches, wirtschaftliches, soziales Umfeld eingestuft. Bewertet werden aber auch Bereiche wie Medizin und Gesundheit, öffentlicher Dienst, öffentlicher Verkehr, Freizeitmöglichkeiten, Wohnqualität und natürliche Umwelt (Abbildung B 1.4). 2018 waren Österreich (Wien) und die Schweiz (mit Zürich an zweiter, Genf an achter und Basel an zehnter Stelle) die Länder mit der weltweit höchsten Lebensqualität. Auf den nächsten Rängen folgten Neuseeland (Auckland), Deutschland (München, Düsseldorf, Frankfurt) und Dänemark (Kopenhagen).

1.5 Gesetzlicher Rahmen für Unternehmensgründungen

Aus den gesetzlichen Bestimmungen zur Unternehmensgründung geht hervor, wie unternehmerfreundlich ein Land ist und damit auch, inwieweit Innovation gefördert wird.

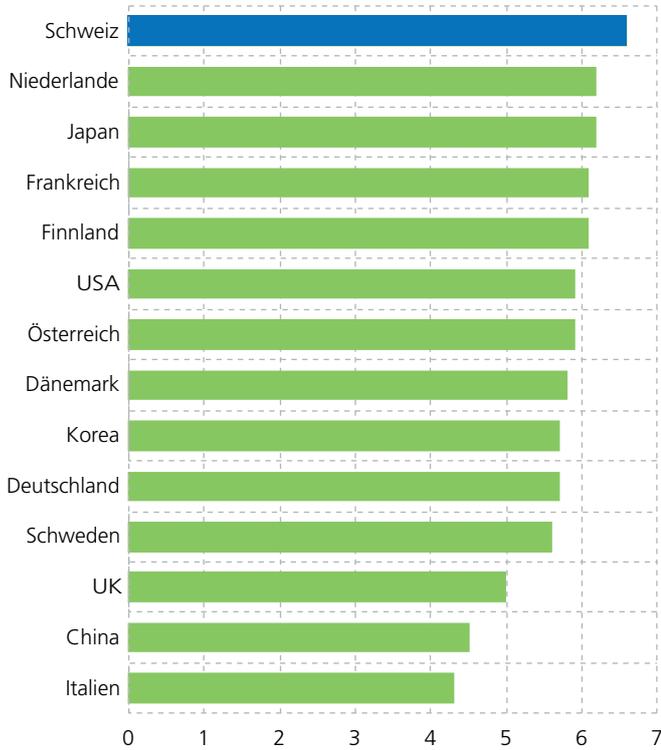
Abbildung B 1.5 zeigt, wie günstig die gesetzlichen Bestimmungen zur Unternehmensgründung sind. Die Daten stammen aus einer Befragung von Unternehmerinnen und Unternehmern in verschiedenen Ländern. Ein gutes Umfeld für Unternehmensgründungen findet sich vor allem in den nordischen Ländern und in UK. Die Schweiz liegt auf Rang fünf, gefolgt von den USA.

1.6 Dauer der Firmengründung

Die Zeit, die für die Gründung eines Unternehmens benötigt wird, ist für die Nutzung von Innovationen unter Umständen von entscheidender Bedeutung. Denn wenn ein Unternehmen in kurzer Zeit gegründet werden kann, verkürzt sich dadurch die Zeit zwischen der Erfindung und der Vermarktung eines Produkts. Das Unternehmen, das als erstes ein neues Produkt auf einen bestimmten Markt bringt, verfügt über einen Wettbewerbsvorteil. Ausserdem kann es die generell befristete Patentlaufzeit länger nutzen.

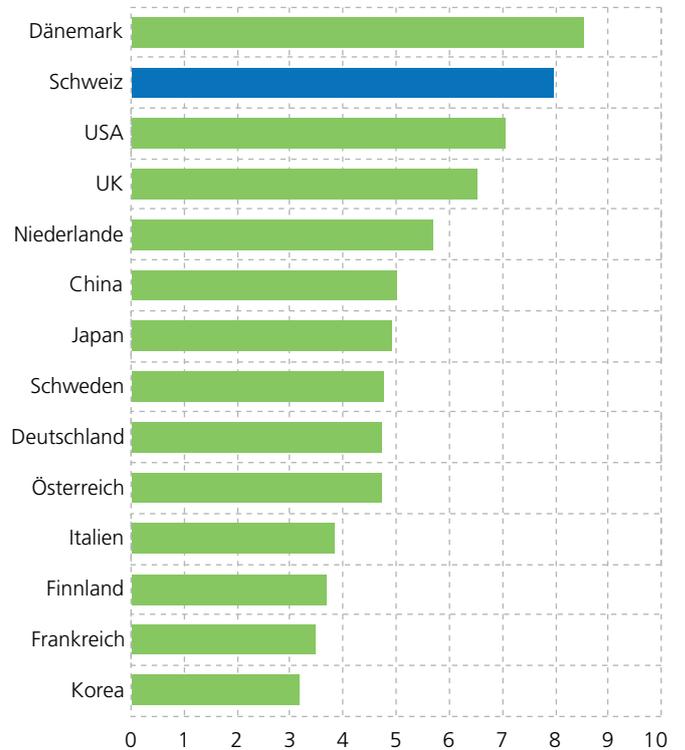
Abbildung B 1.6 zeigt die Anzahl Tage, die für eine Unternehmensgründung erforderlich sind. Verglichen wurde eine einfache Gründung in den jeweils grössten Städten der Vergleichsländer. Die Daten stammen aus einer Umfrage unter lokalen Expertinnen und Experten. Während eine Unternehmensgründung in Dänemark, Frankreich, den Niederlanden, Korea oder in UK weniger als eine Woche dauert, werden dafür in der Schweiz rund zwei Wochen benötigt.

Abbildung B 1.1: Qualität der Infrastruktur, 2017–2018



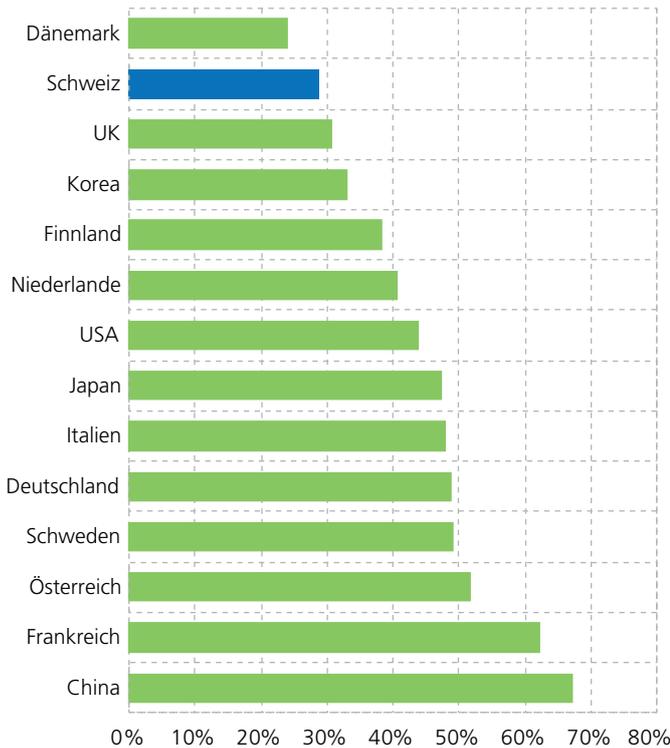
1 = extrem unterentwickelt – gehört zu den Schlechtesten weltweit,
7 = umfangreich und effizient – gehört zu den Besten weltweit
Quelle: WEF

Abbildung B 1.3: Arbeitsmarktflexibilität, 2018



0 = wenig flexibler oder stark regulierter Arbeitsmarkt,
10 = sehr flexibler oder kaum regulierter Arbeitsmarkt
Quelle: IMD

Abbildung B 1.2: Gesamte steuerliche Belastung, 2017



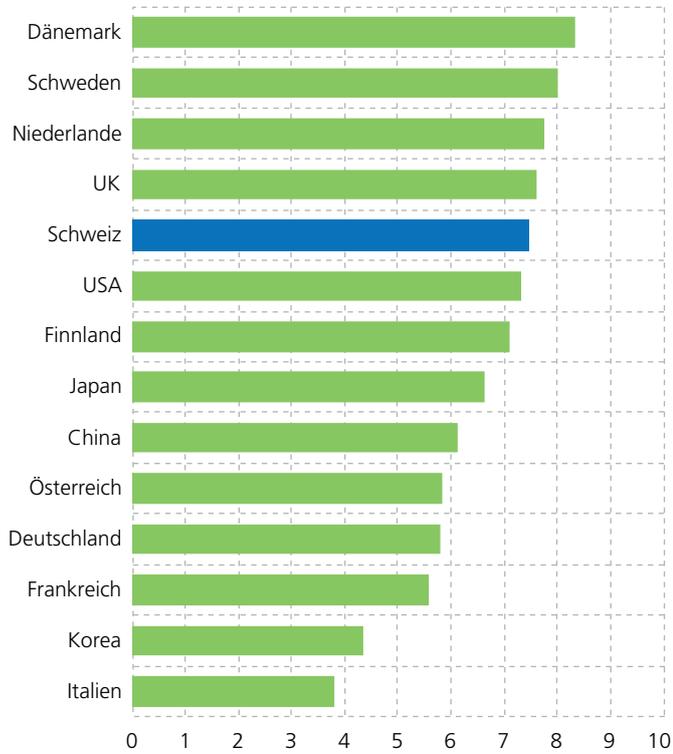
Quelle: Weltbank

Abbildung B 1.4: Lebensqualität gemäss Städteranking (Top 10), 2018

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

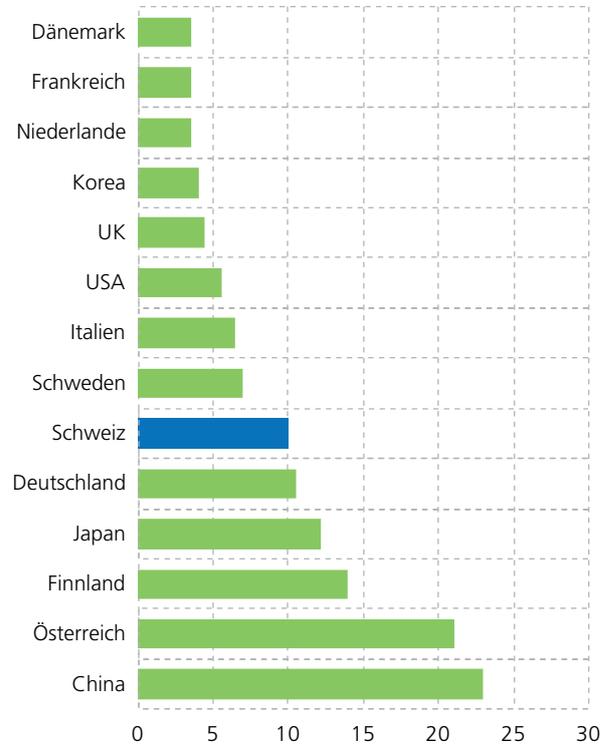
Quelle: Mercer

Abbildung B 1.5: Gründungsfreundlichkeit, 2018



0 = sehr ungünstige rechtliche Rahmenbedingungen,
 10 = sehr günstige rechtliche Rahmenbedingungen
 Quelle: IMD

Abbildung B 1.6: Dauer der Unternehmensgründung in Tagen, 2017



Anzahl Tage, die bis zum Abschluss des Verfahrens zur Registrierung eines Unternehmens notwendig sind
 Quelle: Weltbank

2 Bildung und Qualifikationen

Ein hohes Qualifikationsniveau der Bevölkerung begünstigt die Innovationsfähigkeit. In der Bildung stellen die meisten Länder die Hochschulbildung und als Folge davon die Erreichung einer höheren Maturitätsquote in den Vordergrund. Die Schweiz hat sich 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. Da jedoch bezogen auf die Leistungen der Berufsbildung keine internationalen verlässlichen Indikatoren vorliegen, werden in diesem Kapitel die Standardindikatoren präsentiert. Diese beziehen sich hauptsächlich auf die Tertiärstufe. Angesichts der Besonderheiten des schweizerischen Bildungssystems müssen diese Indikatoren jedoch mit Vorsicht interpretiert werden.

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

Die grosse Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften hat weltweit einen Wettlauf um Talente ausgelöst. Gymnasiastinnen und Gymnasiasten mit sehr guten Leistungen in den Bereichen Mathematik, Wissenschaft und Lesen sind dafür prädestiniert, den Talentpool eines Landes für Forschung und Innovation sicherzustellen und zu erweitern.

Mit dem Programme for International Student Assessment (PISA) wird der Kompetenzstand der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Mathematik, Wissenschaft und Lesen gemessen. In Mathematik sind die Schülerinnen und Schüler der Schweiz in der Spitzengruppe, in den Bereichen Naturwissenschaften und Lesen liegen sie im Durchschnitt (Abbildung B 2.1).

2.2 Personen mit einer tertiären Ausbildung

Die 25- bis 34-Jährigen mit einer abgeschlossenen tertiären Ausbildung (Hochschulen und höhere Berufsbildung) bilden einen Pool von hochqualifizierten Arbeitskräften, die für die Erzeugung und Verbreitung von Kenntnissen in einer wissensbasierten Wirtschaft und Gesellschaft von grosser Bedeutung sind. Allerdings ist, wie oben erwähnt, zu berücksichtigen, dass internationale Vergleiche schwierig sind, da zwischen den nationalen Bildungssystemen erhebliche Unterschiede bestehen.

In der Schweiz haben knapp 50% der 25- bis 34-Jährigen eine tertiäre Ausbildung abgeschlossen (Abbildung B 2.2). Diese Quote ist lediglich in Korea, Japan und UK höher. Die Vergleichsländer Österreich, Deutschland, Italien und China weisen deutlich tiefere Quoten als die Schweiz auf. Wird die gesamte erwerbstätige Be-

völkerung (25- bis 64-Jährige) betrachtet, ergibt sich insgesamt ein ähnliches Bild. In Finnland liegt die Quote der Personen mit einer abgeschlossenen tertiären Ausbildung bei den 25- bis 34-Jährigen allerdings tiefer als bei den 25- bis 64-Jährigen.

Seit dem Jahr 2000 hat der Anteil der Personen mit tertiärem Bildungsabschluss in der Schweiz stark zugenommen, während der Anteil jener mit lediglich einem Abschluss der Sekundarstufe II entsprechend zurückgegangen ist (Abbildung B 2.3). Neben der zunehmenden Attraktivität der Tertiärstufe und dem Ausbau der Fachhochschulen spielte hier vermutlich auch die Zuwanderung, insbesondere von Bürgerinnen und Bürgern aus der Europäischen Union (EU), eine Rolle.

2.3 Doktorate in Wissenschaft und Technologie

Mit der zunehmenden Spezialisierung und der raschen Zunahme der Wissensproduktion sind Forschende mit einem hochstehenden wissenschaftlichen Abschluss weltweit zu einem Eckpfeiler der Wissenschafts- und Technologiesysteme geworden. Inhaberinnen und Inhaber eines Doktorats, insbesondere in den Bereichen Wissenschaft und Technologie, sind meistens gut qualifiziert, um forschungsbasierte Innovationen realisieren zu können.

In der Schweiz stammen 46% der Doktorate aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften (31% aus den Naturwissenschaften und 15% aus dem Ingenieurwesen) (Abbildung B 2.4). An der Spitze der Länderauswahl liegen Frankreich und China mit 56 bzw. 54%. UK, Österreich, Italien und die Niederlande weisen ähnliche Werte wie die Schweiz auf.

Im Zusammenhang mit dem Thema «Digitalisierung» sind die Zahlen zum Studienbereich «Informations- und Kommunikationstechnik» besonders interessant. Betrachtet man die Doktorate in diesem Bereich, belegen Finnland (7,6%) und Italien (6,3%) die beiden ersten Ränge. Die Schweiz liegt hier im hinteren Teil der Rangliste (3,2%) gefolgt von den USA (2,8%) und Korea (1,1%).

2.4 Internationale Bildungsteilnehmende⁴

Unternehmen und Hochschulen wetteifern um die besten Talente in ihrem Bereich, oftmals unabhängig von der Herkunft der Personen. In diesem Umfeld bilden internationale Bildungsteilnehmende vor allem an Hochschulen einen Pool von gut ausgebildeten Talenten, der sich für eine Volkswirtschaft als sehr wertvoll

⁴ Internationale Bildungsteilnehmende sind Bildungsteilnehmende im Tertiärbereich, die aus ihrem Herkunftsland zwecks Ausbildung im Tertiärbereich in ein anderes Land gekommen sind.

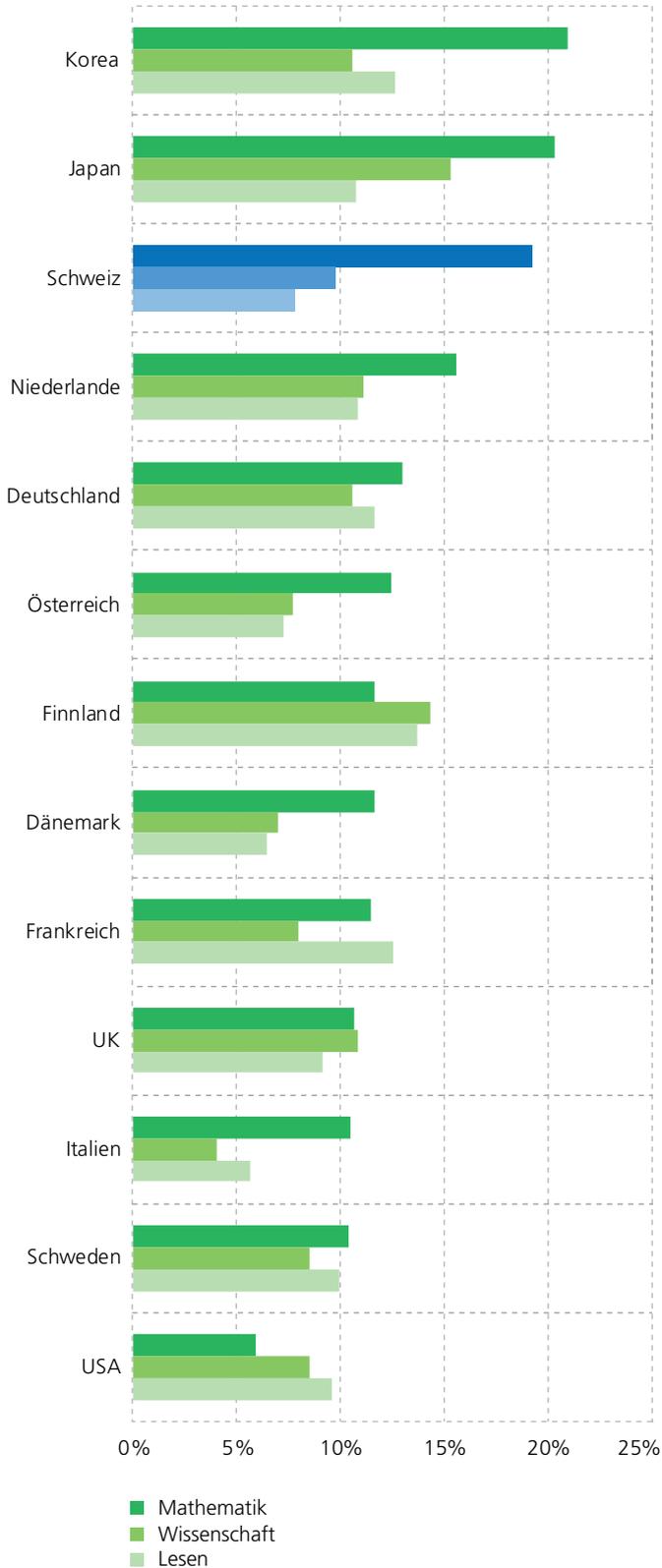
erweist. Dies gilt insbesondere für die Schweiz, die dank den internationalen Studierenden ihren Anteil an Absolventinnen und Absolventen der Tertiärstufe erhöhen kann.

Mit 17% internationalen Bildungsteilnehmenden im tertiären Bereich belegt die Schweiz den zweiten Rang direkt hinter UK (Abbildung B 2.5). Danach folgen Österreich und die Niederlande. Ganz am Schluss stehen die USA (5%) und Japan (3%).

Der Anteil der internationalen Bildungsteilnehmenden ist in praktisch allen Ländern deutlich gewachsen. In der Schweiz beispielsweise von 13% im Jahr 2005 auf 17% im Jahr 2015.

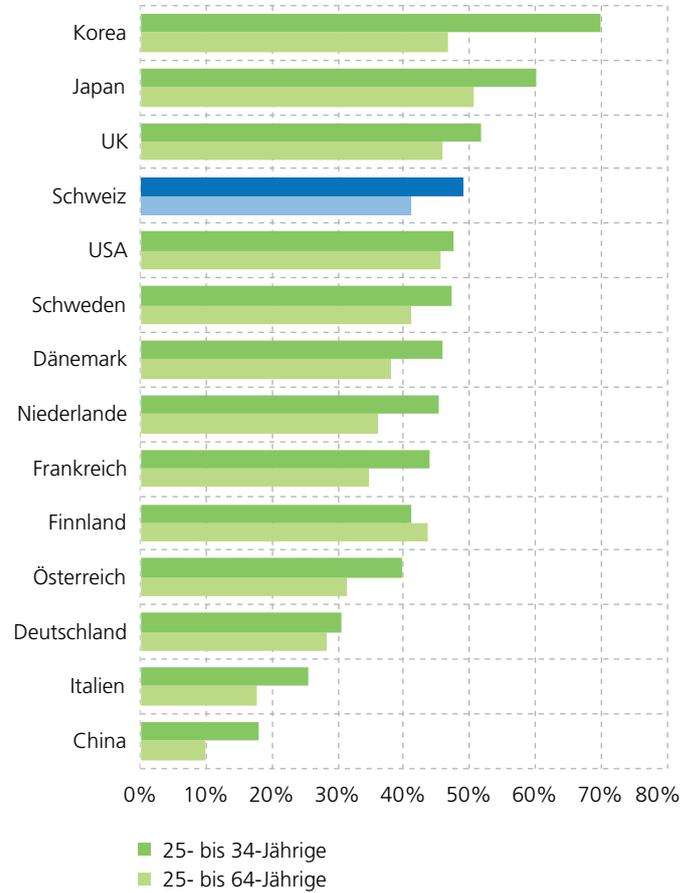
Bei den internationalen Bildungsteilnehmenden, die doktorieren, steht die Schweiz ebenfalls an der Spitze: Diese machen über die Hälfte aller Studierenden der Doktoratsstufe aus (Abbildung B 2.6). Mit etwas Abstand folgen UK und Frankreich, während Japan und Deutschland die tiefsten Quoten aufweisen.

Abbildung B 2.1: Anteil der Jugendlichen mit sehr guten Leistungen in den Bereichen Mathematik, Wissenschaft und Lesen, 2015



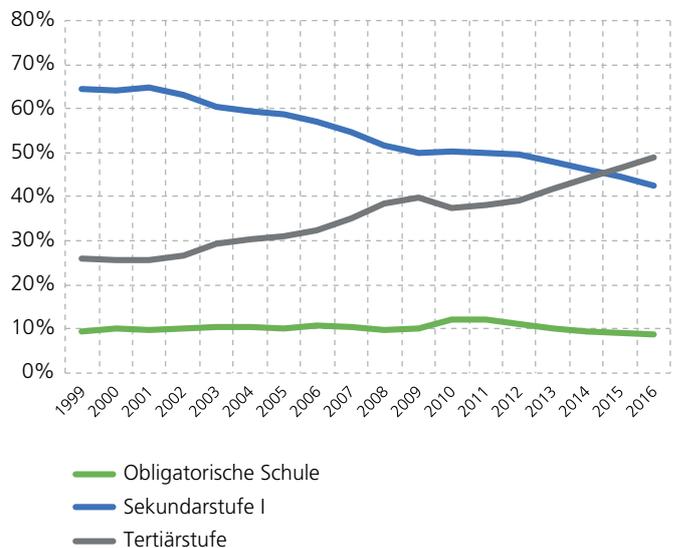
15-jährige Jugendliche, die in der PISA-Erhebung im betreffenden Fach die Bewertung 5 oder 6 erhalten. Keine Daten verfügbar: China
Quelle: OECD

Abbildung B 2.2: Anteil der Bevölkerung mit einem tertiären Bildungsabschluss, 2016



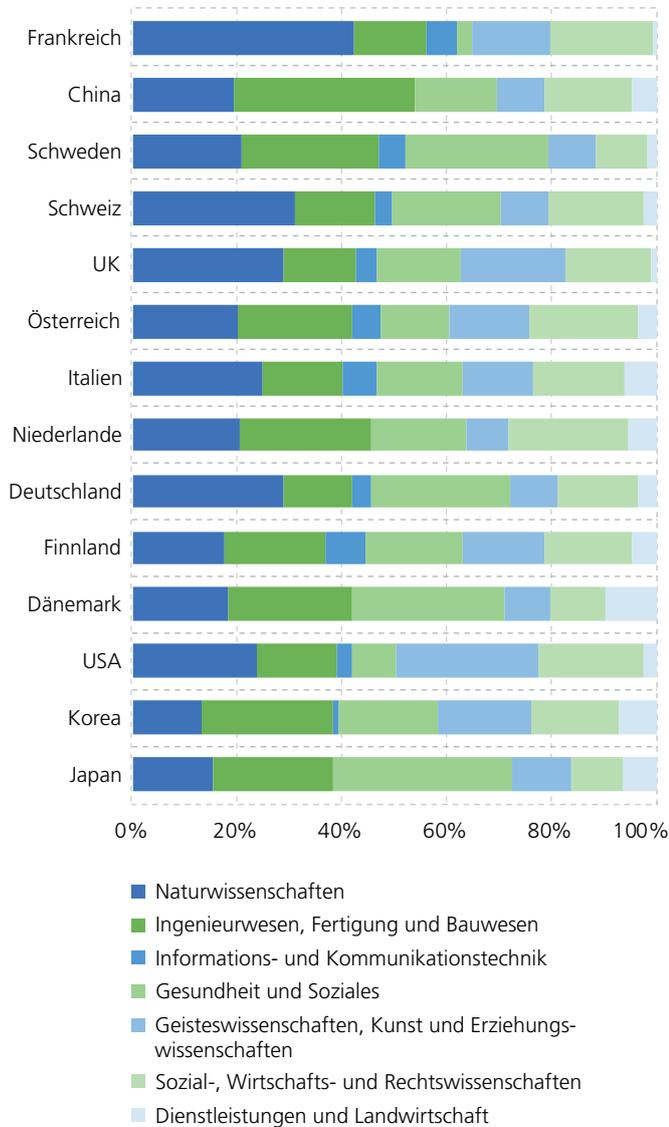
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: China: 2010
Quelle: OECD

Abbildung B 2.3: Höchster Bildungsabschluss der 25- bis 34-Jährigen in der Schweiz



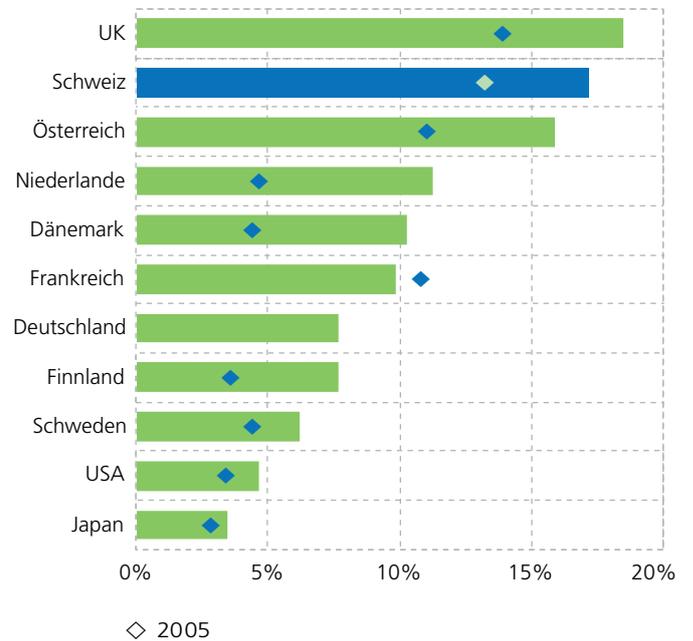
Quelle: BFS

Abbildung B 2.4: Doktorate nach Studienbereich, 2015



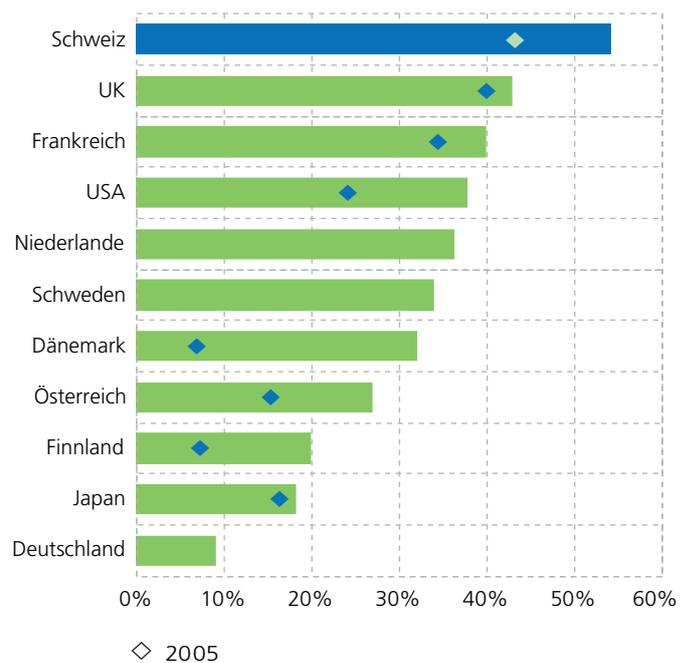
Daten zu «Informations- und Kommunikationstechnik» in den Daten der anderen Fächergruppen enthalten: Dänemark, Japan, Niederlande, China
Ausnahmen zum Referenzjahr 2015: China, Niederlande: 2012
Quelle: OECD

Abbildung B 2.5: Internationale Bildungsteilnehmende als Anteil aller Bildungsteilnehmenden im Tertiärbereich, 2015



Keine Daten verfügbar: Italien, Korea, China
Keine Daten 2005 verfügbar: Deutschland
Quelle: OECD

Abbildung B 2.6: Internationale Bildungsteilnehmende als Anteil aller Doktorierenden, 2015



Keine Daten verfügbar: Italien, Korea, China
Keine Daten 2005 verfügbar: Deutschland, Niederlande, Schweden
Quelle: OECD

3 Personal im Bereich Forschung und Innovation

Humanressourcen sind die treibende Kraft von F&I-Aktivitäten. Gut ausgebildetes Personal in ausreichender Zahl ist Grundlage für eine qualitativ hochstehende Forschung und für den Transfer von Wissen in Produkte und Dienstleistungen.

3.1 Personen, die in Wissenschaft und Technologie aktiv sind

Unter Personen, die in den Bereichen Wissenschaft und Technologie tätig sind, sind Arbeitskräfte zu verstehen, 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 International Standard Classification of Occupations) und um Fachspezialistinnen und -spezialisten (Gruppe 3).

In der Schweiz sind 42% der Erwerbstätigen im Bereich Wissenschaft und Technologie tätig (Abbildung B 3.1). Damit liegt die Schweiz an zweiter Stelle der Vergleichsländer, knapp hinter Schweden (43%). Dahinter folgen Dänemark (40%) sowie Finnland und die Niederlande mit je 39%, Italien bildet mit einem Anteil von weniger als 30% das Schlusslicht.

Im Vergleich mit dem Jahr 2000 sind in UK und Österreich die höchsten Zuwachsraten zu verzeichnen. In der Schweiz ist der Anteil der in den Bereichen Wissenschaft und Technologie tätigen Arbeitskräfte moderat, aber kontinuierlich, angestiegen. Dies ist wahrscheinlich auf die höhere Zahl der Personen mit einem Fachhochschulabschluss zurückzuführen (siehe F&I-Bericht 2016, Teil C, Studie 4).

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), Technikerinnen und Techniker (Realisierung wissenschaftlicher und technischer Aufgaben) sowie das Unterstützungspersonal.

Der Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung, ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten, liegt in Dänemark, Finnland und Schweden bei rund 2% (Abbildung B 3.2). Mit einem Anteil von 1,6% liegt die Schweiz zusammen mit Korea und Österreich (beide 1,7%), Frankreich (1,6%) sowie Deutschland und den Niederlanden (je 1,5%), im Mittelfeld. Werden jedoch ausschliesslich die Forschenden berücksichtigt, befindet sich die Schweiz mit einem Anteil der Forschenden an der Gesamtbeschäftigung von 0,9% im hinteren Bereich des Felds. Nur Italien und China wei-

sen einen tieferen Anteil auf, während Dänemark, Finnland und Schweden mit einem Anteil der Forschenden an der Gesamtbeschäftigung von rund 1,5% unangefochten an der Spitze liegen. Die schwache Platzierung der Schweiz ist zu einem grossen Teil darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Forschenden in den privaten Unternehmen tief ist (BFS, 2017).

Der Anstieg beim Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung in der Schweiz seit 2000 ist grösstenteils auf die Zunahme des ausländischen F&E-Personals zurückzuführen. Er liegt im Durchschnitt der Vergleichsländer. Korea, Dänemark und Österreich verzeichnen indessen deutlich stärkere Zunahmen.

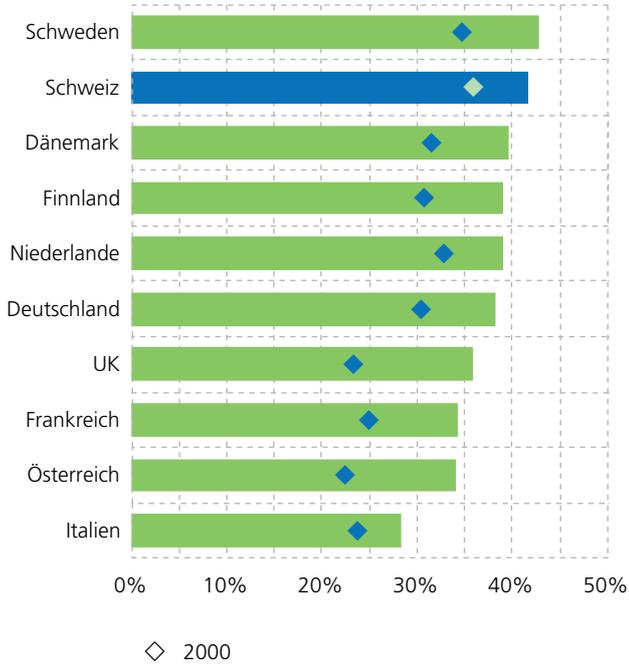
3.3 Anteil der Frauen an der Gesamtzahl der Forschenden

Während die Frauen unter den Studierenden seit einigen Jahren die Mehrheit bilden, wird ihr Potenzial im F&I-Bereich bei Weitem noch nicht vollständig genutzt. Dieses Problem besteht in zahlreichen Ländern. In der Schweiz ist es aufgrund des Fachkräftemangels besonders ausgeprägt.

2015 betrug der Frauenanteil in den Forschungsteams 34% (Abbildung B 3.3). Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz mit diesem Prozentsatz im vorderen Mittelfeld, hinter UK, Italien und Schweden, jedoch vor Dänemark, Finnland, Österreich, Deutschland und Frankreich.

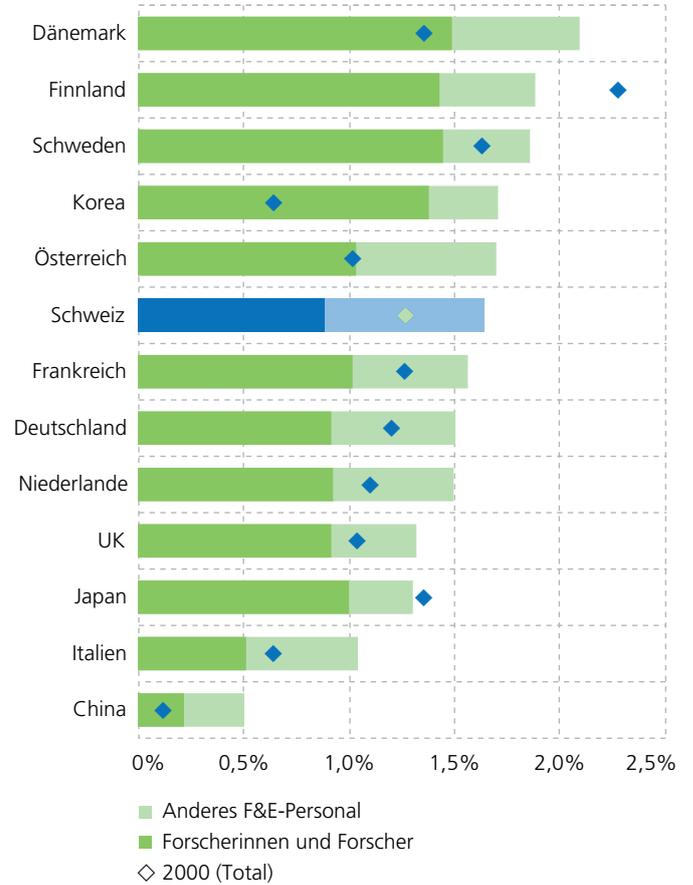
In der Schweiz hat der Anteil der Frauen an der Gesamtzahl der Forschenden seit dem Jahr 2000 am stärksten zugenommen. Im Gegensatz dazu ist der Anteil der Forscherinnen in Schweden und in Frankreich rückläufig.

Abbildung B 3.1: Anteil der im Bereich Wissenschaft und Technologie tätigen Arbeitskräfte, 2016



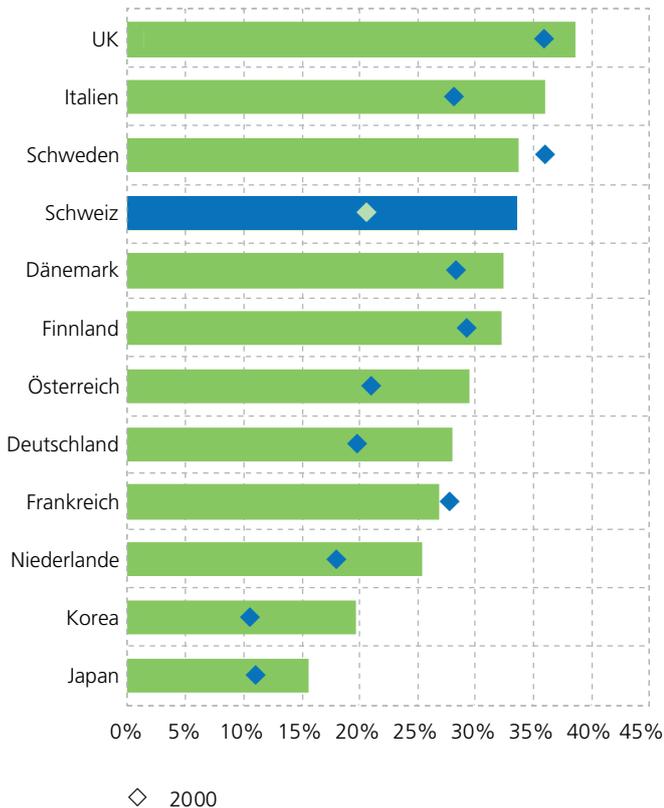
Erwerbsbevölkerung im Alter von 15 bis 74 Jahren
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, USA, China
Quelle: Eurostat

Abbildung B 3.2: Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung, 2016



Ausnahmen zum Referenzjahr 2016: Frankreich, Schweiz: 2015
Ausnahmen zum Referenzjahr 2000: Schweden: 2001; Österreich: 2002
Keine Daten verfügbar: USA
Quelle: OECD

Abbildung B 3.3: Frauenanteil an der Gesamtzahl der Forschenden, 2015



Keine Daten verfügbar: USA, China
Quelle: OECD

4 Aufwendungen im Bereich Forschung und Innovation⁵

Da die offiziellen Statistiken nur die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen – und nicht die Forschungs- und Innovationsaufwendungen – betreffen, beziehen sich die folgenden Angaben ausschliesslich auf die F&E. Anhand der F&E-Aufwendungen lässt sich die Innovationstätigkeit der Länder quantifizieren. Hohe F&E-Aufwendungen gewährleisten zwar weder eine hohe Qualität der Forschung noch den Erfolg von Innovationen, aber sie sind eine wesentliche Voraussetzung, da sie die Schaffung von Wissen und die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren ermöglichen.

4.1 F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP

Die F&E-Intensität (F&E-Aufwendungen im Verhältnis zum BIP) dient als Mass dafür, welches relative Gewicht ein Land den Investitionen bei der Schaffung von Wissen beimisst.

Unter Berücksichtigung aller Sektoren hat die Schweiz im Jahr 2015 3,4% ihres BIP für F&E eingesetzt (Abbildung B 4.1). Damit liegt sie, hinter Korea, auf dem zweiten Rang der Vergleichsländer. Bedeutende Industrieländer wie die USA und Frankreich investieren verhältnismässig weniger in F&E als die Schweiz.

Die F&E-Intensität der Schweiz hat sich im Zeitraum von 2000 bis 2015 positiv entwickelt. Sie hat stärker zugenommen als in den meisten Vergleichsländern. Nur Korea, Österreich und China weisen eine höhere Zuwachsrate auf.

4.2 F&E-Aufwendungen nach Sektor

Die Anteile der verschiedenen Sektoren an den F&E-Aufwendungen in einem Land können Aufschluss geben über die Stärken und Schwächen des Innovationssystems: Hohe Aufwendungen des Privatsektors sind Ausdruck einer starken Beteiligung der Wirtschaft an der Nutzung von neuem Wissen.

In den meisten Industrieländern tätigt der Privatsektor den weitaus grössten Teil der F&E-Aufwendungen. Mit einem Anteil von 71% des Privatsektors belegt die Schweiz hinter Japan, Korea, China, Österreich und den USA den sechsten Rang (Abbildung B 4.2). Die Schweizer Hochschulen (Universitäten, Eidgenössische Technische Hochschulen und Fachhochschulen) sind ebenfalls gut positioniert, da die Schweiz zu den Ländern gehört, in denen der Anteil der Institutionen der höheren Bildung an den gesamten F&E-Aufwendungen über 25% beträgt. Nur Dänemark, die Niederlande und Schweden weisen im Hochschulsektor höhere Anteile auf. Mit einem Anteil von weniger als 1% ist die Schweiz hingegen das Land mit der geringsten F&E-Tätigkeit des Staatssektors. Im

⁵ Dieses Kapitel bezieht sich auf die Aufwendungen, welche für die Durchführung von F&E getätigt werden.

Gegensatz dazu beträgt der Anteil des Staates in China über 15% oder in Deutschland, Italien und Frankreich um die 13%.

4.3 F&E-Aufwendungen der Schweizer Unternehmen

Der grösste Teil der Schweizer F&E (86%) erfolgt in den grossen Unternehmen (Abbildung B 4.3).⁶ Angesichts der hohen Kosten gewisser Forschungsinfrastrukturen ist dies nicht erstaunlich. Die F&E-Aufwendungen der Grossunternehmen haben ab dem Jahr 2000 stark zugenommen. Die F&E-Aufwendungen der KMU stagnierten im letzten Beobachtungszeitraum, dies nachdem sie zwischen 2008 und 2012 zugenommen hatten.

Die Aufteilung der Intramuros-F&E-Aufwendungen⁷ nach Nutznieserbranche zeigt, dass der Pharmasektor der bedeutendste Nutzer von Ergebnissen der in der Schweiz durchgeführten F&E-Aktivitäten ist (7,9 Mrd. CHF im Jahr 2015, d.h. 51% der F&E-Aufwendungen), weit vor der Maschinenindustrie (12%), den Produzenten von Hightech-Geräten (11%) und der Nahrungsmittelindustrie (5%) (Abbildung B 4.4).

4.4 Wissensinvestitionen

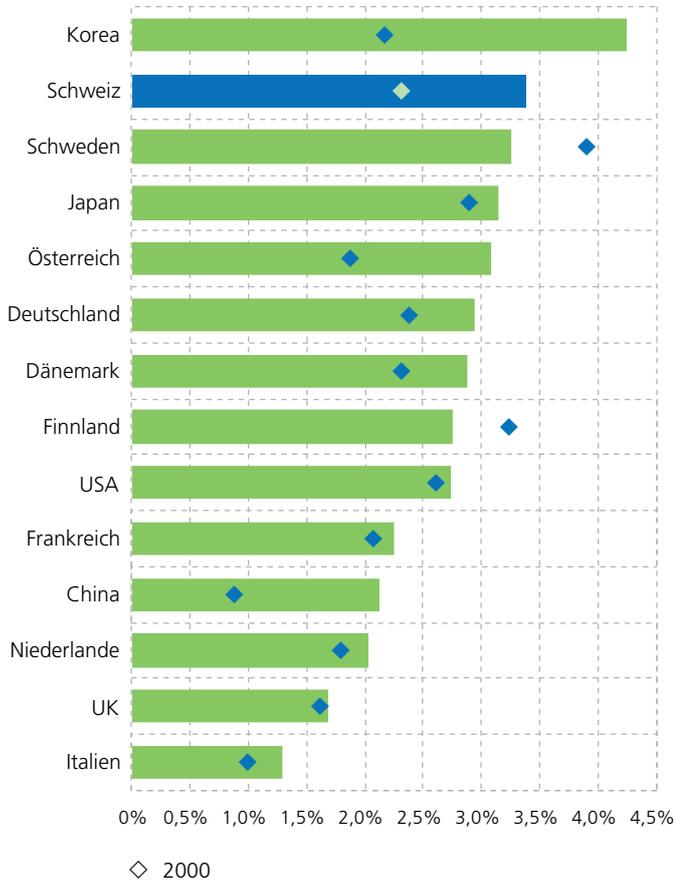
Um die Wissensdurchdringung einer Volkswirtschaft zu messen, hat die OECD einen Indikator entwickelt, mit dem die F&E-Aufwendungen mit den Aufwendungen für Software und den Aufwendungen für tertiäre Bildung addiert werden.

In der Schweiz entsprachen die Wissensinvestitionen im Jahr 2015 8,2% des BIP (Abbildung B 4.5). Damit lag die Schweiz im vorderen Mittelfeld, aber hinter Korea, den USA, und Schweden. Die Investitionen in die traditionellen Ausrüstungsinvestitionen (Maschinen, Fahrzeuge, Geschäftsausstattung usw.) liefern einen interessanten Vergleichswert. Diese machen in der Schweiz einen Anteil von 7,8% des BIP aus und sind damit tiefer als die Wissensinvestitionen. Bei der letzten Erhebung im Jahre 2011 waren die Ausrüstungsinvestitionen in der Schweiz noch 1,4 Mal höher als die Wissensinvestitionen. Allgemein ist seit 2011 in den meisten Vergleichsländern eine positive Entwicklung bei den Wissensinvestitionen zu beobachten.

⁶ Die in der Grafik dargestellten Werte des BFS unterscheiden sich von denen der Innovationserhebung der KOF. Dies ist unter anderem auf die unterschiedliche Struktur des Panels zurückzuführen: Das Panel des BFS umfasst Unternehmen ab einer Grösse von zehn und mehr Mitarbeitenden, das der KOF ab einer Grösse von fünf und mehr Mitarbeitenden.

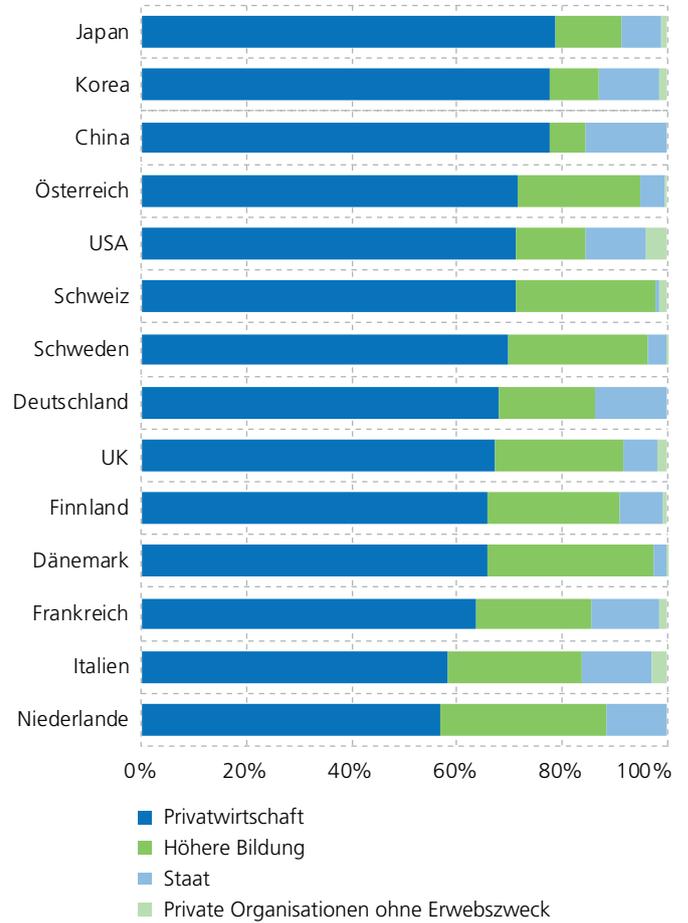
⁷ Der Begriff «Intramuros-F&E-Aufwendungen» bezieht sich auf alle Aufwendungen für F&E-Tätigkeiten, die ein Akteur in seinen eigenen Räumlichkeiten, d.h. «innerhalb seinen Mauern» durchführt.

Abbildung B 4.1: F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP, 2016



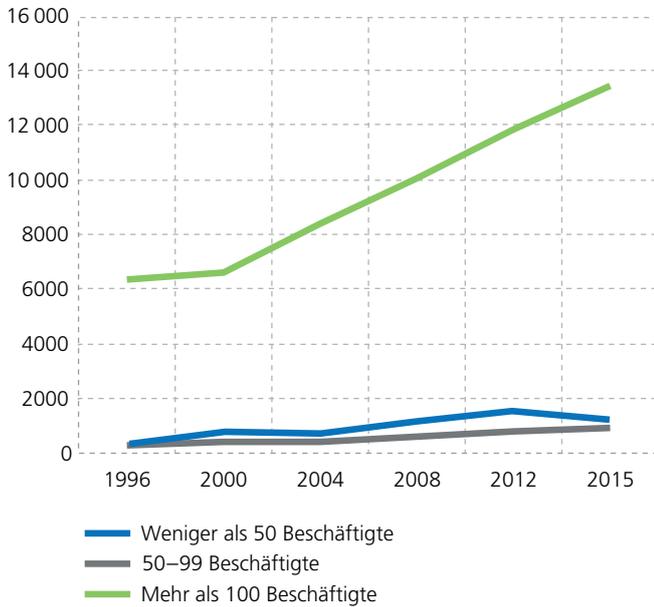
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Schweiz: 2015
 Ausnahmen zum Referenzjahr 2000: Dänemark, Schweden: 2001
 Quelle: OECD

Abbildung B 4.2: F&E-Aufwendungen nach durchführendem Sektor, 2016



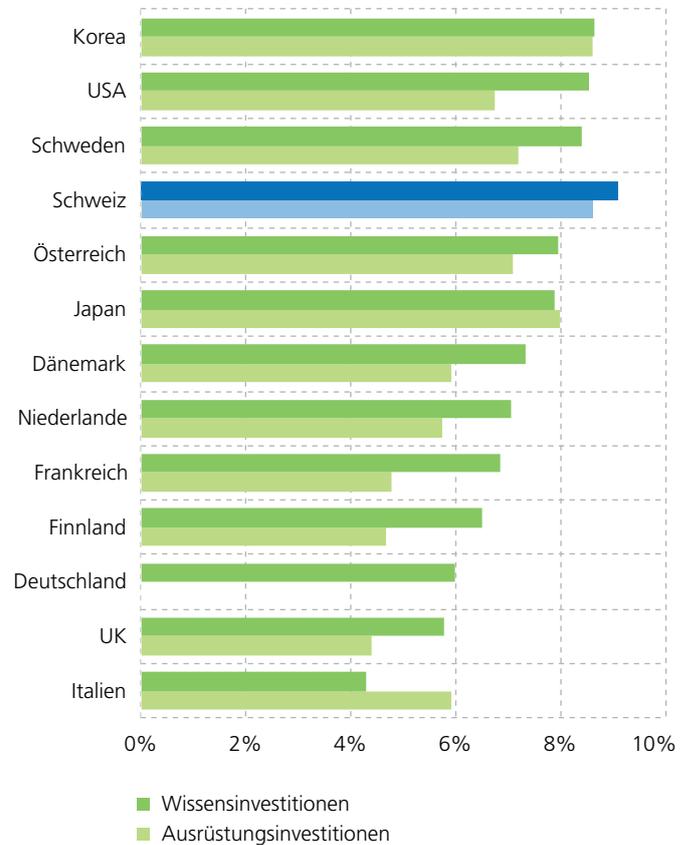
Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Schweiz: 2015
 Niederlande: Ausgaben von privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (POoE) sind im Staatssektor enthalten
 USA: Investitionsausgaben sind in den F&E-Ausgaben der Unternehmen, der höheren Bildung und der POoE nicht enthalten. Zum Staatssektor gehört nur die Ebene der Bundesregierung bzw. der Zentralregierung
 Quelle: OECD

Abbildung B 4.3: F&E-Aufwendungen der Schweizer Unternehmen nach Unternehmensgrösse, in Mio. CHF zu laufenden Preisen



Quelle: BFS

Abbildung B 4.5: Wissensinvestitionen und traditionelle Ausrüstungsinvestitionen in Prozent des BIP, 2015



Keine Daten verfügbar: China
Keine Daten verfügbar für Ausrüstungsinvestitionen: Deutschland
Quelle: OECD, Berechnungen KOF

Abbildung B 4.4 : Intramuros-F&E-Aufwendungen der Schweizer Unternehmen nach Nutzniesserbranche, in Mio. CHF und relative Anteile, 2015

Nutzniesserbranche	Intramuros-F&E Aufwendungen in Mio. CHF	relative Anteile
Nahrungsmittel	718	5%
Chemie	625	4%
Pharma	7 943	51%
Metall	275	2%
Maschinen	1 863	12%
Hochtechnologieinstrumente	1 650	11%
IKT-Fabrikation	456	3%
IKT-Dienstleistungen	607	4%
Andere	1 524	10%

IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien
Quelle: BFS

5 Finanzierung von Forschung und Innovation

Wer finanziert Forschung und Innovation? Mit der Beantwortung dieser Frage wird die Übersicht über die Ausgaben im Bereich Forschung und Innovation (siehe Kapitel 4) ergänzt. Es wird untersucht, woher die Mittel stammen, mit denen die F&E-Aktivitäten realisiert werden (Finanzierung der F&E nach Sektor). Ausserdem wird aufgezeigt, in welchem Umfang sich der Staat an der Unterstützung der F&E (staatliche F&E-Mittelzuweisungen) und die Investoren an der Unterstützung von Jungunternehmen beteiligen (Risikokapital).

5.1 Finanzierung der F&E nach Sektor

Der grösste Teil der F&E-Mittel stammt in allen betrachteten Ländern aus dem Privatsektor (Abbildung B 5.1). Wenn man berücksichtigt, dass in den meisten Industrieländern der weitaus grösste Teil der Aufwendungen für die Durchführung von F&E vom Privatsektor getätigt wird, ist dies nicht weiter erstaunlich (siehe Kapitel 4). In der Schweiz beträgt der Anteil des Privatsektors bei der Finanzierung 64%. Mit Werten über 75% führen Japan, China und Korea die Rangliste an.

In allen untersuchten Ländern ist der Anteil des Privatsektors an der F&E-Finanzierung niedriger als an der Durchführung der F&E. Je grösser diese Differenz ist, desto bedeutender ist die Rolle der staatlichen Unterstützung und / oder der ausländischen Investitionen für die F&E der Unternehmen. Mit 18 Prozentpunkten weisen Österreich und UK die grössten Differenzen auf. Was die Schweiz betrifft, beträgt diese Differenz 8 Prozentpunkte (71% gegenüber 63%). Dieser Wert liegt im Durchschnitt der Vergleichsländer. In Japan, China, Korea und Deutschland bestehen die geringsten Differenzen.

Mit Anteilen über 10% spielt die F&E-Finanzierung aus ausländischen Quellen in UK, Österreich, den Niederlanden, Finnland und der Schweiz eine besonders wichtige Rolle. In den asiatischen Staaten, die bei der Länderauswahl berücksichtigt wurden, erfolgt dagegen praktisch keine Finanzierung aus dem Ausland.

5.2 Staatliche F&E-Mittelzuweisungen

Ausgehend von den staatlichen F&E-Mittelzuweisungen (Government Budget Appropriations or Outlays for R&D, GBARD) lässt sich die staatliche Beteiligung an der Unterstützung der F&E-Aktivitäten im betreffenden Land beurteilen. Sie werden in Prozent des BIP ausgedrückt, um der unterschiedlichen Grösse der Volkswirtschaften in den untersuchten Ländern Rechnung zu tragen.

Mit einer öffentlichen F&E-Finanzierung von 1,2% seines BIP führte Korea die Rangliste im Jahr 2016 an (Abbildung B 5.2). Die Schweiz setzte 2016 0,9% ihres BIP für die öffentliche F&E-

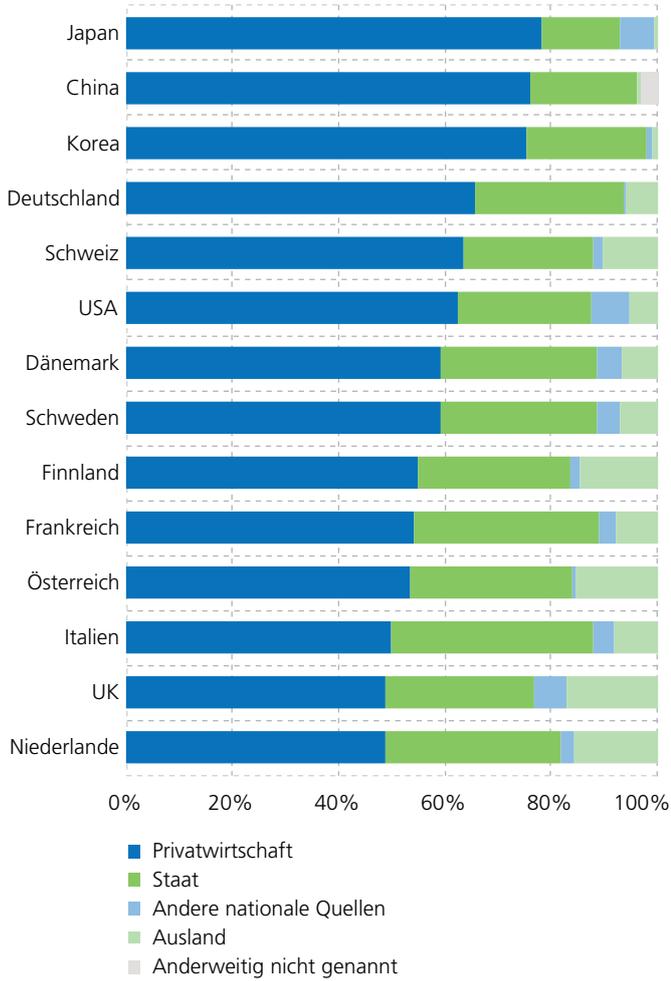
Finanzierung ein. Damit lag sie im vorderen Mittelfeld, zusammen mit Dänemark, Deutschland und Finnland.

5.3 Risikokapital

Die Finanzierung der Innovationstätigkeit ist besonders in frühen Stadien der Entwicklung sehr schwierig. Junge Unternehmen benötigen oft finanzkräftige Partner, weil sie die benötigten Mittel in der Regel nicht selber aufbringen können. Risikokapital-Investoren (Venture Capitalists) stellen für die Gründung und die erste Entwicklungsphase innovativer Unternehmen bzw. für die Schaffung von Technologien mit grossem Entwicklungspotenzial Kapital, ihr Netzwerk und ihre Erfahrung zur Verfügung. Die Verfügbarkeit von Risikokapital ist somit ein wesentliches Merkmal einer dynamischen und innovationsfreundlichen Volkswirtschaft.

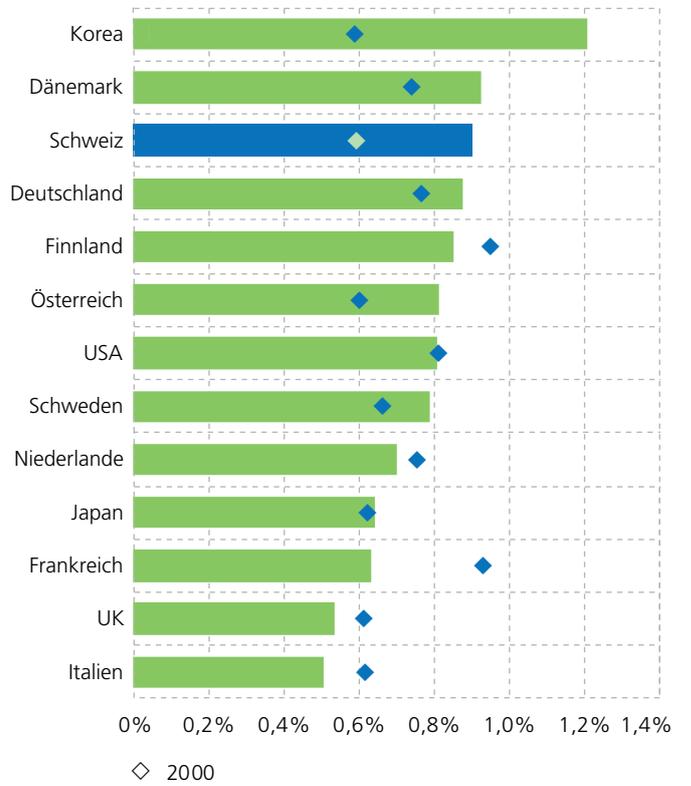
Die USA wiesen 2016 mit Abstand die höchsten Risikokapitalinvestitionen in Prozent des BIP auf, während die Schweiz im vorderen Mittelfeld lag (Abbildung B 5.3). Da jedoch das Risikokapitalangebot in Bezug auf das Volumen und die Investitionsphasen sehr konjunkturabhängig ist, sind diese Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten. Unter den gegenwärtigen finanziellen Rahmenbedingungen investieren die Risikokapitalfonds bevorzugt in späteren Entwicklungsphasen. Deshalb besteht ein Kapitalmangel in der Gründungs- und Startphase, die durch ein höheres Risiko gekennzeichnet ist. In Italien, Japan, Dänemark und auch in der Schweiz wurde Risikokapital im Jahr 2016 primär in der Startphase investiert. In der Schweiz machte dies drei Viertel des Risikokapitals insgesamt aus.

Abbildung B 5.1: F&E-Finanzierung nach Sektor, 2015



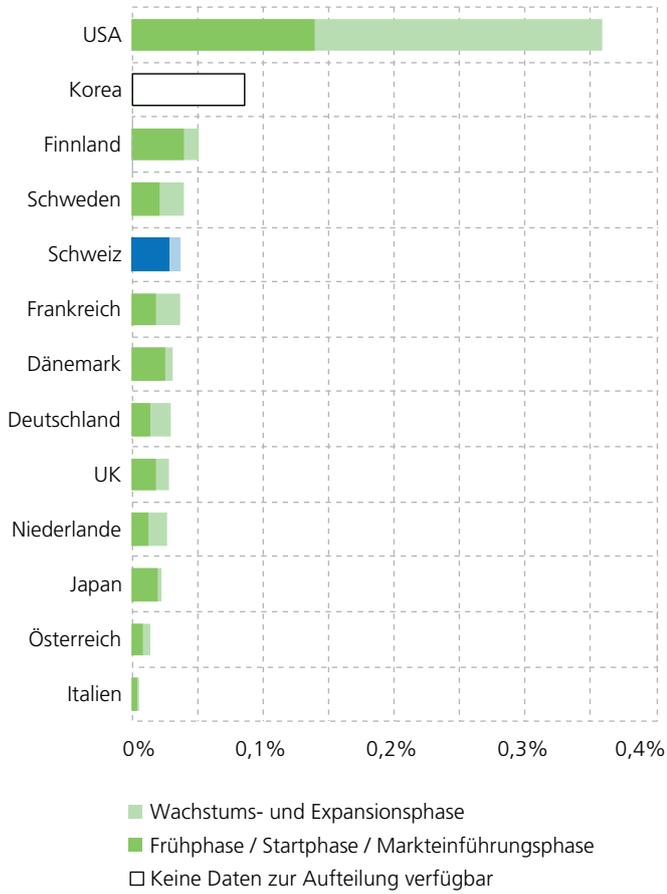
Ausnahmen zum Referenzjahr 2015: Österreich, Deutschland, Japan, Korea, USA, China: 2016
Quelle: OECD

Abbildung B 5.2: Staatliche F&E-Mittelzuweisungen in Prozent des BIP, 2016



Ausnahmen zum Referenzjahr 2016: Italien, Korea, Schweden, Schweiz, UK: 2015
Keine Daten verfügbar: China
Quelle: OECD

Abbildung B 5.3: Risikokapital-Investitionen in Prozent des BIP nach Phase, 2016



Ausnahme zum Referenzjahr 2016: Japan: 2014
 Keine Daten verfügbar: China
 Quelle: OECD

6 Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der EU

Die Beteiligung an internationalen Forschungsorganisationen und -programmen ist ein wesentlicher Faktor für den wissenschaftlichen Fortschritt. Sie gibt den Institutionen und Forschenden die Möglichkeit, mit Partnern aus dem Ausland zusammenzuarbeiten, Wissen auszutauschen, Infrastrukturen gemeinsam zu nutzen und sich in internationalen F&I-Netzwerken zu positionieren.

Die in den 1980er-Jahren lancierten Forschungsrahmenprogramme (FRP) sind die wichtigsten Instrumente der EU, um ihre Gemeinschaftspolitik in den Bereichen Wissenschaft und Technologie umzusetzen. Die FRP sind für die Schweizer Forschungsinstitutionen die zweitwichtigste Quelle von öffentlich bereitgestellten Drittmitteln nach dem Schweizerischen Nationalfonds (SNF). Die vorliegenden Daten beziehen sich auf das 8. FRP, 2014–2020 (Horizon 2020), wobei Daten zwischen dem 1. Januar 2014 und dem 6. März 2018 (Stichtag für die Datenerhebung) berücksichtigt wurden.

Aus politischen Gründen im Zusammenhang mit der Annahme der Masseneinwanderungsinitiative und der Nicht-Unterzeichnung des Kroatien-Protokolls Anfang 2014 konnte sich die Schweiz erst ab dem 15. September 2014 und vorerst nur teilweise an den FRP beteiligen (sog. Teilassoziierung). Seit Anfang 2017 gelten Teilnehmende aus der Schweiz in allen Programmbereichen als assoziierte Partner und erhalten im Erfolgsfall eine Finanzierung von der EU.

6.1 Beteiligungen an FRP

Die 1942 Schweizer Beteiligungen an Horizon 2020 entsprechen 2,4% aller Beteiligungen (Abbildung B 6.1). Mit diesem Anteil liegt die Schweiz auf dem achten Rang der Vergleichsländer. Damit platziert sie sich hinter grossen europäischen Ländern (Deutschland, UK, Frankreich, Italien), jedoch vor Dänemark und Finnland. Prozentual ist der Anteil der Beteiligungen der Schweiz gegenüber dem 7. FRP zurückgegangen. Diese negative Entwicklung ist auf die Teilassoziierung der Schweiz (2014–2016) an den FRP zurückzuführen.

Zwischen 1992 und 2013 hat die Zahl der Schweizer Beteiligungen an europäischen Forschungsprojekten insgesamt laufend zugenommen (Abbildung B 6.2). Diese Zunahme erfolgte parallel zur Erhöhung der FRP-Budgets, die auch durch die höhere Zahl der finanzierten Projekte und damit der Beteiligungsmöglichkeiten zum Ausdruck gekommen ist. Die Beteiligung der Schweiz am 8. FRP (Horizon 2020; 2014–2020) ist gegenüber der vorangehenden Programmgeneration (7. FRP) insgesamt zurückgegangen, erholt sich aber seit 2016. Die Beteiligungen der Jahre 2017 bis 2019 werden möglicherweise noch ansteigen, da diese auf dem Datenbestand per 6. März 2018 beruhen.

6.2 Im Rahmen der FRP ausgerichtetete Beiträge

Im Rahmen von Horizon 2020 wurden bisher 1141 Mio. CHF bzw. 3,5% aller Beiträge an Schweizer Forschungsinstitutionen verpflichtet (Abbildung B 6.3). Damit liegt die Schweiz auf dem sechsten Rang der Vergleichsländer und der entsprechende Wert ist deutlich über dem Anteil der im vorgehenden Abschnitt erwähnten Beteiligungen. Der Unterschied zwischen dem Anteil an den Beteiligungen und dem Anteil an den ausgerichteteten Beiträgen ist insbesondere auf den Umstand zurückzuführen, dass die in der Schweiz tätigen Forschenden mit ihren Gesuchen um Stipendien des Europäischen Forschungsrats (ERC-Grants) sehr erfolgreich sind und diese ausserordentlich gut dotiert sind (siehe Abschnitt 6.4).

Die im Rahmen der FRP an Forschende in der Schweiz ausgerichteteten Beiträge haben eine beachtliche Entwicklung verzeichnet (Abbildung B 6.4): 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. Aufgrund der bisher vorliegenden Daten zu Horizon 2020 ist noch offen, ob sich dieser Trend weiter fortsetzen wird.

6.3 Erfolgsquote der Projektvorschläge

Die Projektvorschläge von Forschenden in der Schweiz haben bei Horizon 2020 bisher eine Erfolgsquote von 15,9% (Abbildung B 6.5). Damit platziert sich die Schweiz hinter Frankreich auf dem zweiten Rang der Vergleichsländer. Dies weist auf eine insgesamt überdurchschnittliche Qualität der Schweizer Projektvorschläge hin.

6.4 ERC-Grants

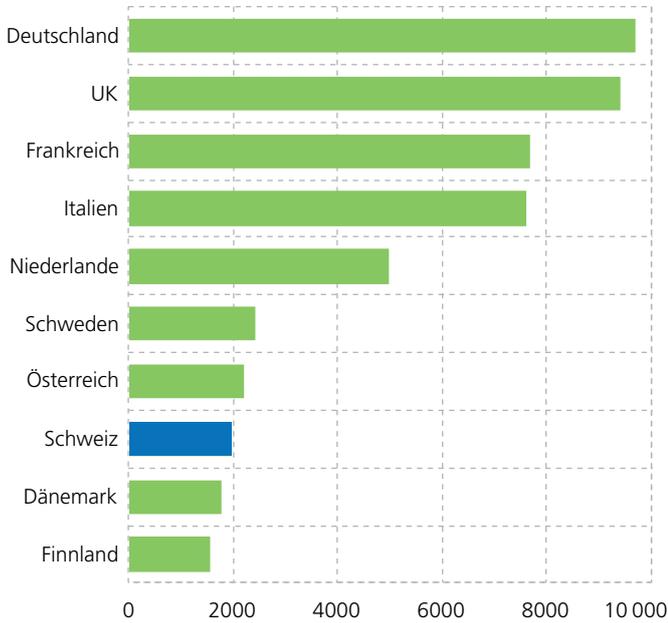
Im Rahmen der FRP vergibt der Europäische Forschungsrat (European Research Council, ERC) im Wettbewerb Stipendien an vielversprechende Forschungsprojekte. Drei Hauptarten von Stipendien werden vergeben: a) Starting Grants (für junge Forschende mit einer Forschungserfahrung von zwei bis sieben Jahren nach dem Doktorat, deren bisherige Leistungen vielversprechend sind), b) Consolidator Grants (für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Beginn einer unabhängigen Karriere) und c) Advanced Grants (für etablierte Forschende).

Die Schweiz ist bei allen drei Stipendienarten gut vertreten. Innerhalb von Horizon 2020 erhielten die in der Schweiz tätigen Forschenden bisher 78 Starting Grants (5,1% aller im Betrachtungszeitraum vergebenen Starting Grants), 66 Consolidator Grants (5,0%) und 91 Advanced Grants (9,4%) (Abbildung B 6.6). Diese Werte wurden nur von verhältnismässig grossen Ländern übertroffen.

Da die Schweiz von Februar bis September 2014 vom Programm Horizon 2020 ausgeschlossen war, hat der SNF eine Übergangsmassnahme (Temporary Backup Schemes) ergriffen. Diese gab hochqualifizierten Forschenden, die in einer Schweizer Institution tätig sind, die Möglichkeit, um Beiträge zu ersuchen, die mit den ERC-Grants vergleichbar sind. Von den 145 eingereichten Gesuchen wurde 27 Projekten eine finanzielle Unterstützung zugesprochen (12 in den Exakten Wissenschaften und Ingenieurwissenschaften, 10 in den Biowissenschaften und 5 in den Geistes- und Sozialwissenschaften).⁸

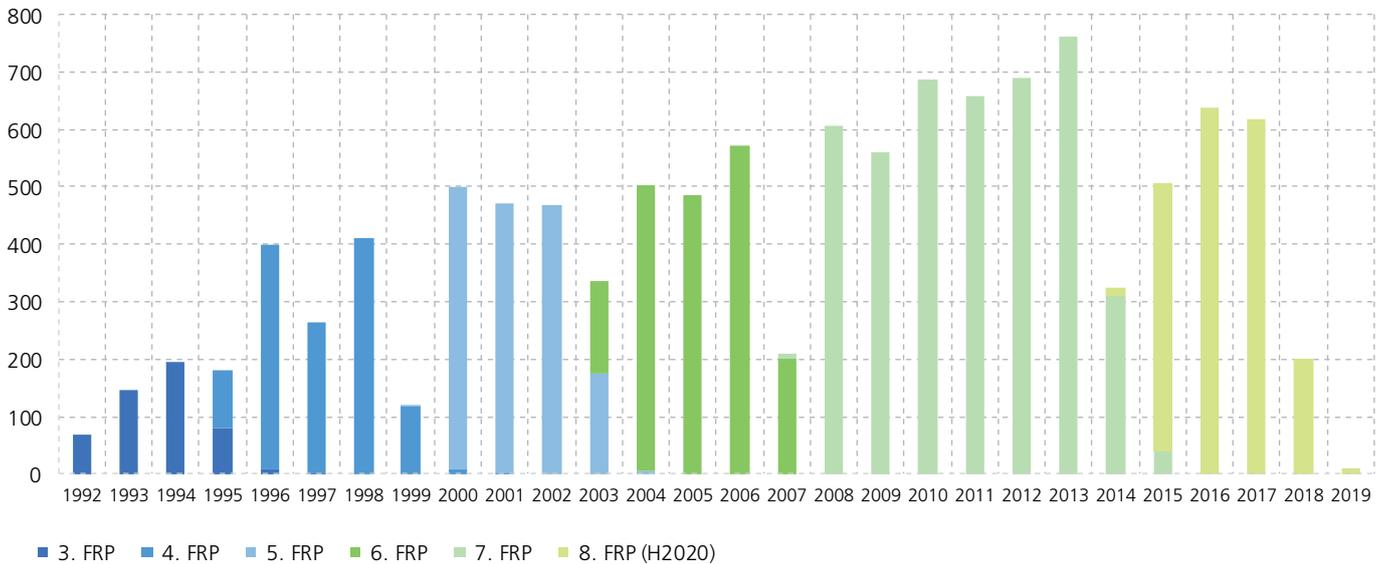
⁸ SBFI (2018): Beteiligung der Schweiz an den Europäischen Forschungsrahmenprogrammen. Zahlen und Fakten 2018. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.

Abbildung B 6.1: Anzahl Beteiligungen unter Horizon 2020, 2014–2019, Stichtag: 6. März 2018



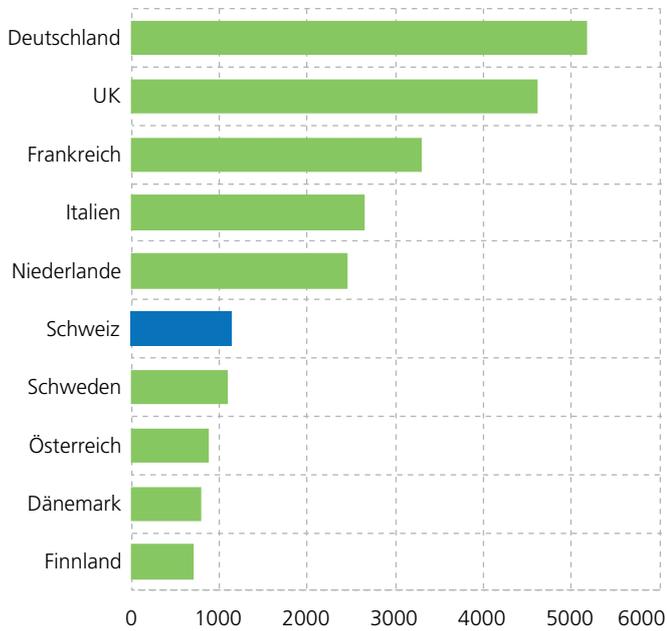
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die FRP assoziierte Staaten sind
 Quelle: Europäische Kommission, SBFI

Abbildung B 6.2: Anzahl neue Schweizer Beteiligungen an den FRP



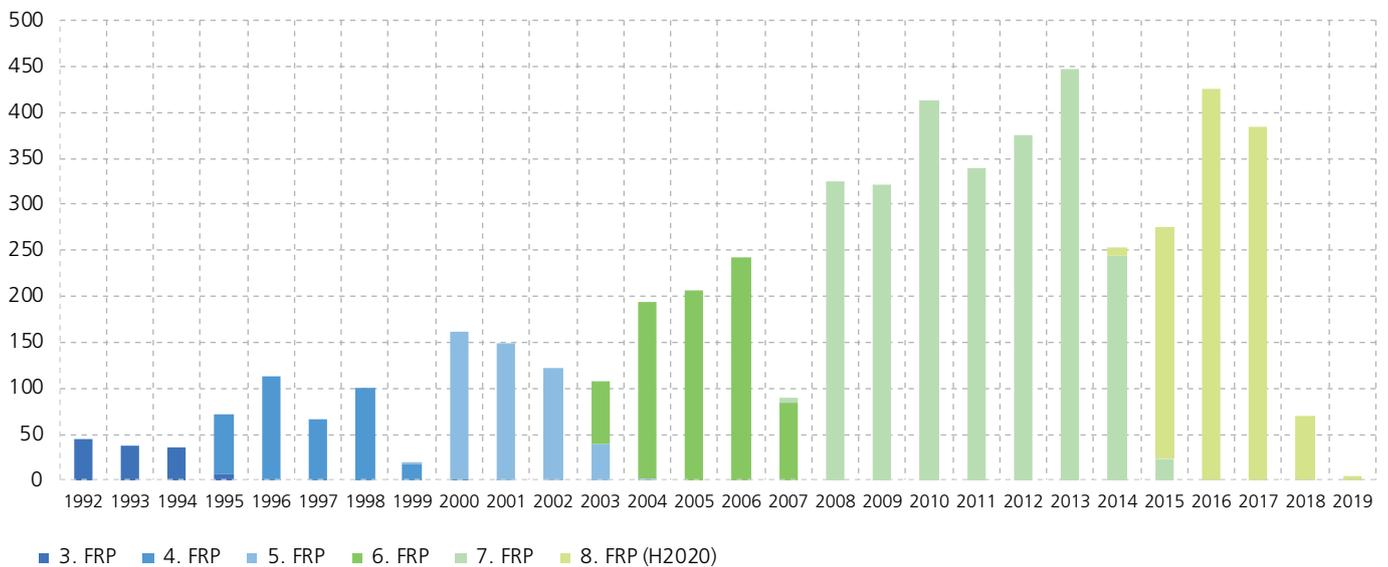
Quelle: Europäische Kommission, SBFI

Abbildung B 6.3: Verpflichtete Fördermittel im Rahmen von Horizon 2020 in Mio. CHF, 2014–2019



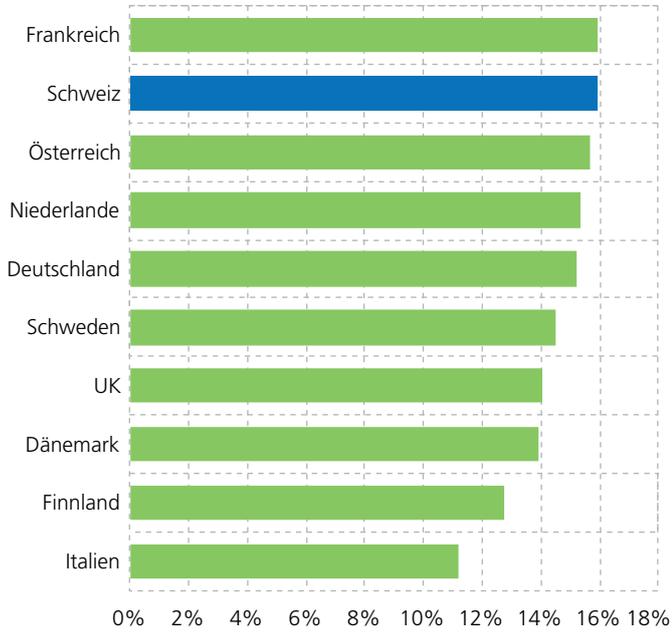
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die FRP assoziierte Staaten sind
 Quelle: Europäische Kommission, SBFI

Abbildung B 6.4: Verpflichtete Fördermittel für im Rahmen der FRP aktive Schweizer Forschende in Mio. CHF



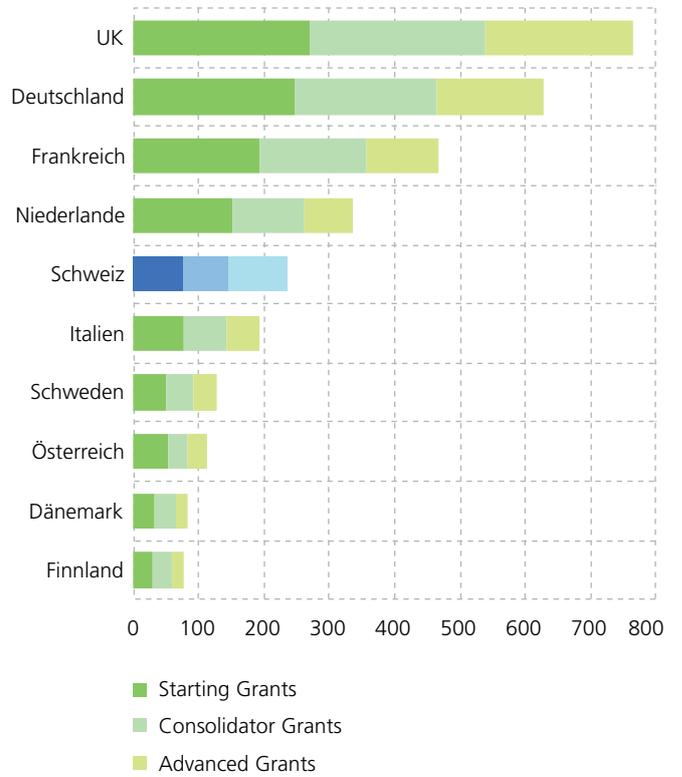
Quelle: Europäische Kommission, SBFI

Abbildung B 6.5: Erfolgsquote der im Rahmen von Horizon 2020 eingereichten Projektvorschläge, 2014–2019



In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die FRP assoziierte Staaten sind
 Quelle: Europäische Kommission, SBFI

Abbildung B 6.6: Anzahl ERC-Grants, 2014–2017



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

7 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. Mit einer statistischen Analyse des Outputs von wissenschaftlichen Artikeln lassen sich Indikatoren zur Produktion, Wirkung und Zusammenarbeit berechnen.

7.1 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 2011–2015 betrug der Anteil schweizerischer Publikationen an sämtlichen Publikationen weltweit 1,1% (Abbildung B 7.1). Schweden und die Niederlande wiesen Anteile in der gleichen Grössenordnung auf. Unangefochten an der Spitze der Rangliste lagen die USA, gefolgt von China, dessen Anteil im Betrachtungszeitraum stark angestiegen ist. Von 2006–2010 und von 2011–2015 verzeichnete die Schweiz eine hohe Wachstumsrate. Nur China, Korea und Dänemark wiesen noch höhere Zuwachsraten auf.

Bei den Publikationen bezogen auf die Anzahl Einwohnerinnen und Einwohner und die Anzahl Forschender lag die Schweiz auf dem ersten bzw. zweiten Rang der Vergleichsländer. Vor allem der letzte Indikator weist auf eine überdurchschnittliche Forschungsproduktivität der Schweizer Wissenschaft hin.

In der Schweiz sind die Forschungsbereiche «Biolwissenschaften (Life Sciences)» (26%), «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» (23%, bei der Physik ein Drittel vom CERN) und «klinische Medizin» (24%) in den Publikationen am stärksten vertreten (Abbildung B 7.2). 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» stärker und im Bereich «Sozial- und Verhaltenswissenschaften» deutlich schwächer spezialisiert.

7.2 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 USA und UK verzeichnete die Schweiz im Betrachtungszeitraum auch in Bezug auf diesen Indikator eine sehr gute Klassierung (Abbildung B 7.3).

Nach Forschungsbereichen wiesen die Bereiche «Landwirtschaft, Biologie und Umweltwissenschaften», «Biolwissenschaften (Life Sciences)» sowie «Technische und Ingenieurwissenschaften, Informatik» in der Schweiz den grössten Einfluss auf (Abbildung B 7.4). Auch die Bereiche «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» 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. Nur der Bereich «Geisteswissenschaften und Kunst» schnitt im Vergleich zum Weltportfolio und insbesondere zum Portfolio der USA unterdurchschnittlich ab.

7.3 Internationale Vernetzung mittels Publikationen

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 2011–2015 beträgt der Anteil der Publikationen, die auf internationalen Partnerschaften beruhen, in der Schweiz 84%. Damit liegt die Schweiz an der Spitze der Vergleichsländer, gefolgt von Österreich und Schweden (Abbildung B 7.5). Seit dem Zeitraum 2006–2010, in dem die Schweiz mit einem entsprechenden Anteil von 70% ebenfalls die Spitzenposition innehatte, hat sich der Anteil internationaler Partnerschaften in der Schweiz etwas erhöht. Die höchsten Zuwachsraten sind in Japan, Finnland und Italien zu verzeichnen.

7.4 Publikationen der Schweiz nach Regionen

Die überwiegende Mehrheit der wissenschaftlichen Publikationen der Schweiz stammt aus der Genferseeregion und der Region Zürich (64% des gesamten Publikationsaufkommens) (Abbildung B 7.6). 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 30% und die drei übrigen Regionen (Ostschweiz, Tessin und Zentralschweiz) knapp 6% 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. in den Geisteswissenschaften und in der Literaturwissenschaft) oder in Form von Patenten oder Ad-hoc-Berichten verbreiten (z.B. in der angewandten 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.

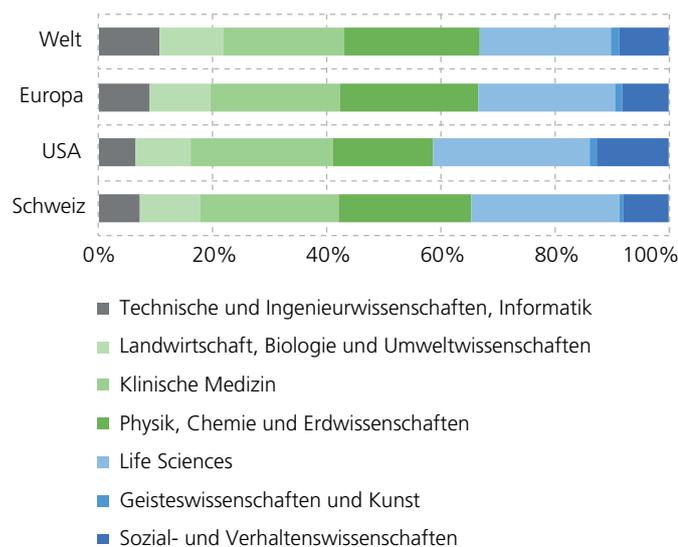
Abbildung B 7.1: Wissenschaftliche Publikationen, Zeitraum 2011–2015

	Anteil der weltweiten Publikationen	Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des Publikationsaufkommens zwischen der Periode 2006–2010 und der Periode 2011–2015	Anzahl Publikationen pro Million Einwohnerinnen und Einwohner	Anzahl Publikationen pro 1000 Forschende
Schweiz	1,1%	5,3%	4286	965
China	8,4%	14,6%	252	233
Dänemark	0,7%	7,8%	4041	560
Deutschland	4,8%	3,5%	1821	419
Finnland	0,7%	2,7%	3696	514
Frankreich	4,6%	2,9%	2132	540
Italien	3,8%	3,7%	1939	1020
Japan	4,4%	-0,7%	1060	204
Korea	2,9%	7,7%	1750	271
Niederlande	2,0%	5,3%	3611	833
Österreich	0,6%	3,8%	2054	434
Schweden	1,1%	3,8%	3524	569
UK	4,8%	3,1%	2318	554
USA	22,9%	2,5%	2230	545

Länder (ausser Schweiz) in alphabetischer Reihenfolge

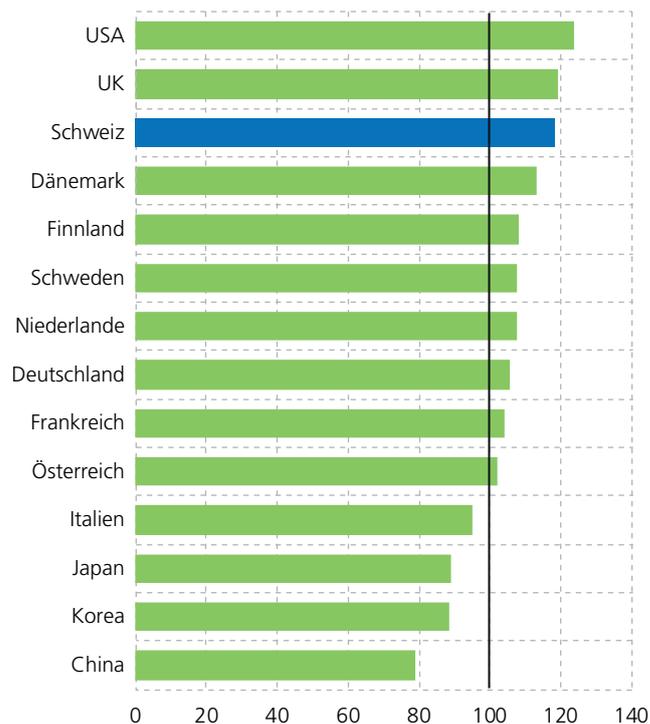
Quelle: SBFi

Abbildung B 7.2: Wissenschaftliche Publikationen nach Forschungsbereich, Zeitraum 2011–2015



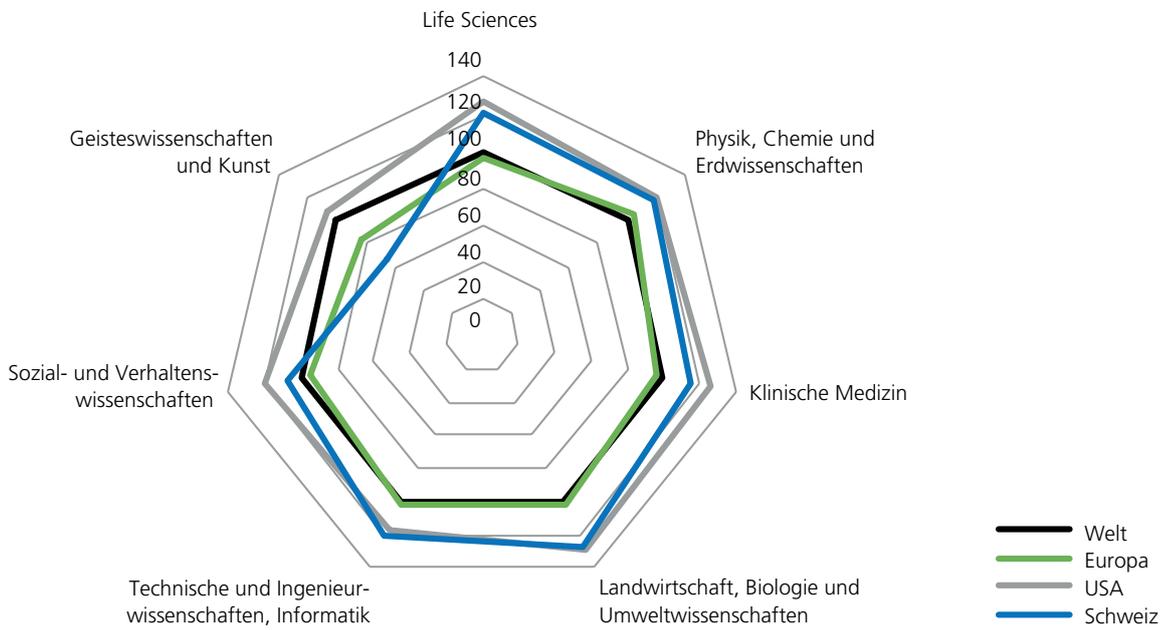
Quelle: SBFi

Abbildung B 7.3: Impact der Publikationen, Zeitraum 2011–2015



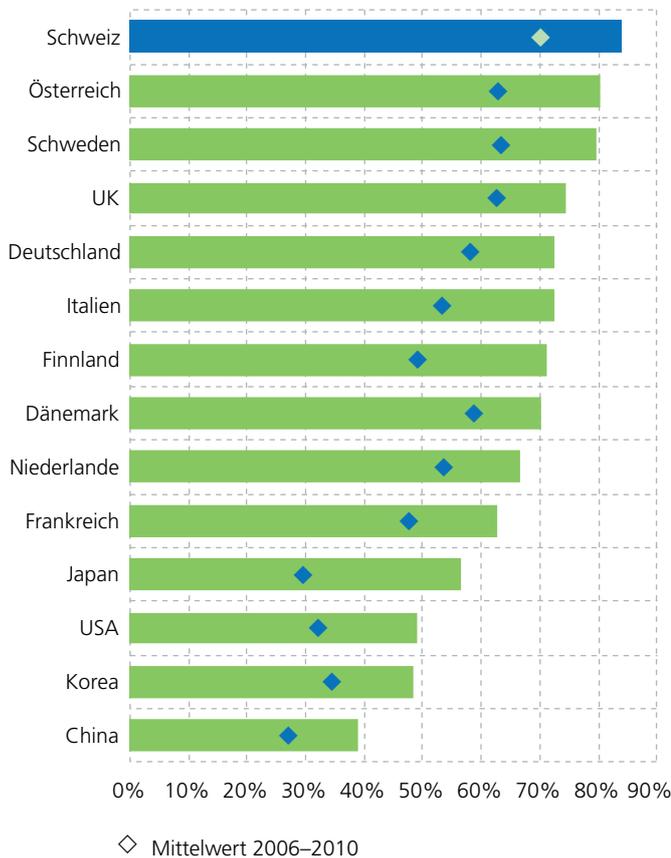
Quelle: SBFi

Abbildung B 7.4: Impact der Publikationen nach Forschungsbereich, Zeitraum 2011–2015



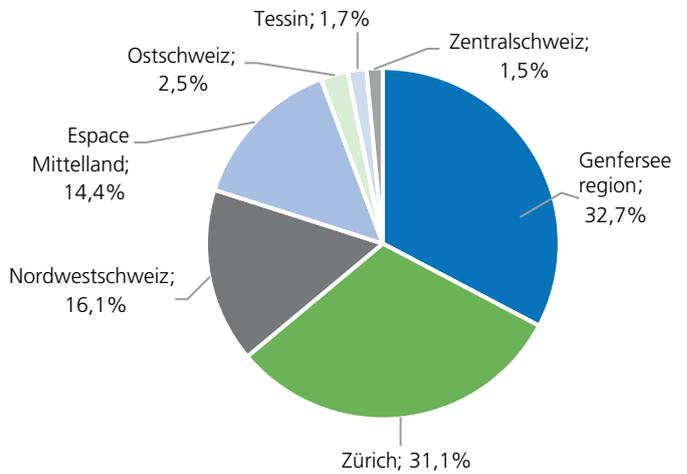
Quelle: SBFI

Abbildung B 7.5: Anteil der internationalen Partnerschaften an der Gesamtzahl der gemeinsam erarbeiteten Publikationen, Zeitraum 2011–2015



Quelle: SBFI

Abbildung B 7.6: Publikationen der Schweiz nach Regionen, Zeitraum 2011–2015



Quelle: SBFI

8 Patente

Patente spielen eine grosse Rolle bei der Förderung technischer Innovationen, da sie geistiges Eigentum und technische Informationen vor missbräuchlicher Nutzung schützen. Dieser Schutz vereinfacht den Technologietransfer und erleichtert die Verbreitung und Vermarktung von Wissen. Die Schweiz vergibt, wie viele andere Staaten auch, nationale Patente, die Erfindungen ausschliesslich in der Schweiz schützen. Diese nationalen Patente umfassen jedoch nur 7% der Patente, welche der Schweiz insgesamt zugeordnet werden. 93% der Schweizer Patente werden durch die europäische Patentorganisation (EPO) vergeben, deren Patente auch in der Schweiz gültig sind.⁹ Patente stellen den am häufigsten verwendeten Indikator für den Wissensoutput einer Volkswirtschaft dar. Die Patentanmeldungen ermöglichen es, die technologische und gewerbsmässige Nutzung gewonnener Forschungserkenntnisse zu erfassen. In diesem Zusammenhang spricht man vom intermediären Innovationsoutput, da sich mit Patenten die Phase beobachten lässt, die der Markteinführung eines Produkts vorgelagert ist.

Die Indikatoren, die sich auf Patente stützen, bieten vor allem den Vorteil, dass sie auf international vergleichbaren, weltweit verfügbaren Daten beruhen. Je nachdem ob andere informelle Strategien für den Schutz vor Nachahmungen verfügbar sind (z. B. Zeitvorsprung gegenüber Konkurrenzunternehmen oder Geheimhaltung), sind Patente in den einzelnen Branchen jedoch von unterschiedlichem Nutzen. Deshalb werden einige Bereiche (z.B. die Software-Entwicklung) durch diese Indikatoren nur ungenügend abgedeckt.

8.1 Anzahl Patente pro Mio. Einwohnerinnen und Einwohner

Dank des Vertrags 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 für eine Erfindung mit einer einzigen «internationalen» Anmeldung Patentschutz in einer grossen Zahl von Ländern beantragt werden.

Der Anteil der Schweiz am Gesamtvolumen der Patentanmeldungen ist bescheiden (rund 1,5% im Jahr 2015). Allerdings ist es aussagekräftiger, diesen Wert zur Grösse der Bevölkerung in Beziehung zu setzen. Mit 310 PCT-Patentanmeldungen pro Mio. Einwohnerinnen und Einwohner liegt die Schweiz diesbezüglich nach Japan und Schweden an dritter Stelle (Abbildung B 8.1). Danach folgt Korea, mit ebenfalls sehr hohen Verhältniszahlen. Bei dieser hervorragenden Position der Schweiz ist jedoch zu berücksichtigen,

dass diese eine sogenannte «Headquarters Economy» ist: Viele in der F&E tätige multinationale Konzerne haben hier ihren Hauptsitz, vom dem aus sie ihre Patentanmeldungen einreichen.

Die Anzahl der PCT-Patentanmeldungen in absoluten Zahlen hat in der Schweiz seit 2000 ebenfalls stark zugenommen, allerdings weniger markant als in den asiatischen Ländern. Einzig in Finnland ist die absolute Zahl der Anmeldungen zurückgegangen.

8.2 Patente in internationaler Zusammenarbeit

Die Anmeldung von Patenten in Zusammenarbeit mit ausländischen Partnern weist darauf hin, dass eine Volkswirtschaft in internationale Netzwerke eingebunden ist. Somit kann sie andernorts durchgeführte Forschungsaktivitäten nutzen und verfügt über einen breiteren Zugang zu innovationsträchtigen Wissen.

Schweizer Unternehmen melden Patente häufig zusammen mit ausländischen Partnern an: 41% der 2014 eingereichten PCT-Patentanmeldungen betrafen solche Kooperationen (Abbildung B 8.2). Hinter der Schweiz folgten mit deutlichem Abstand Österreich und UK, danach die nordischen Länder.

Schon im Jahr 2000 stand die Schweiz an der Spitze der Vergleichsländer. Seither hat die Zahl der Patente in internationaler Zusammenarbeit insgesamt nochmals zugenommen, worin eine stärkere internationale Vernetzung zum Ausdruck kommt. Besonders markant war die Zunahme in den nordischen Ländern (Dänemark, Schweden, Finnland), während die asiatischen Länder sowie Frankreich und Italien einen Rückgang zu verzeichnen hatten.

Bei der Interpretation dieser Resultate sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Zunächst liegt es auf der Hand, dass ein kleines Land stärker mit ausländischen Partnern zusammenarbeitet. Dies könnte den Abstand zwischen der Schweiz und Deutschland teilweise erklären. Doch auch zwischen den kleinen Ländern bestehen erhebliche Abweichungen. Die Tatsache, dass die Schweiz häufiger als andere kleine Länder mit ausländischen Partnern zusammenarbeitet, bestätigt ihre starke internationale Verankerung in Bezug auf Patente.

8.3 Von ausländischen Unternehmen angemeldete Patente

Viele Patentanmeldungen werden von Unternehmen eingereicht, die sich in ausländischer Hand befinden. Dieser Indikator zeigt den Umfang der ausländischen Wissensinvestitionen auf.

⁹ IGE (2017): Jahresbericht 2016 / 2017. Bern: Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum.

In der Schweiz werden 28% der PCT-Patentanmeldungen von ausländischen Unternehmen eingereicht. Damit lag die Schweiz 2014 hinter UK und Österreich auf dem dritten Platz (Abbildung B 8.3). Aufgrund ihrer Position lässt sich annehmen, dass die Schweiz ein Innovationsstandort ist, der ungeachtet der Grösse ausländische oder ausländisch beherrschte Unternehmen anzieht.

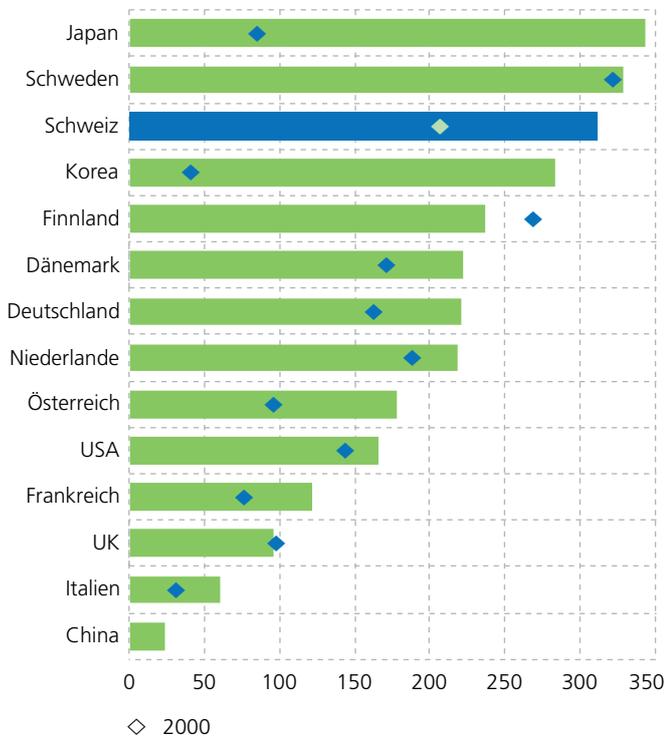
Der Wert der von ausländischen Unternehmen eingereichten PCT-Patentanmeldungen war in der Schweiz im Jahr 2000 mit 31% recht hoch. Seither hat er leicht abgenommen. Schweden, UK und Finnland verzeichneten die grössten Zuwächse. In diversen Ländern, insbesondere in Österreich, ist ein Rückgang zu beobachten. Gleichzeitig ist aber die Gesamtzahl an Patentanmeldungen in allen Ländern, ausser in Finnland, gestiegen (siehe Abschnitt 8.1).

8.4 Präsenz in neuen technologischen Bereichen

Neue Technologien führen in der Regel zur Entwicklung neuer Produkte oder neuer Verfahren. Einige Technologien wie die Gesundheitstechnologien oder die Biotechnologie sind weniger breit anwendbar als sogenannte Querschnittstechnologien, welche die Entstehung einer breiten Palette von Produkten und Dienstleistungen in verschiedenen Branchen fördern können. Zu den letzteren gehören die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie die Nanotechnologie und die Umwelttechnologien. Der Stellenwert dieser neuen Technologien für ein Land lässt sich anhand des Revealed Technological Advantage (RTA) messen (Abbildung B 8.4).

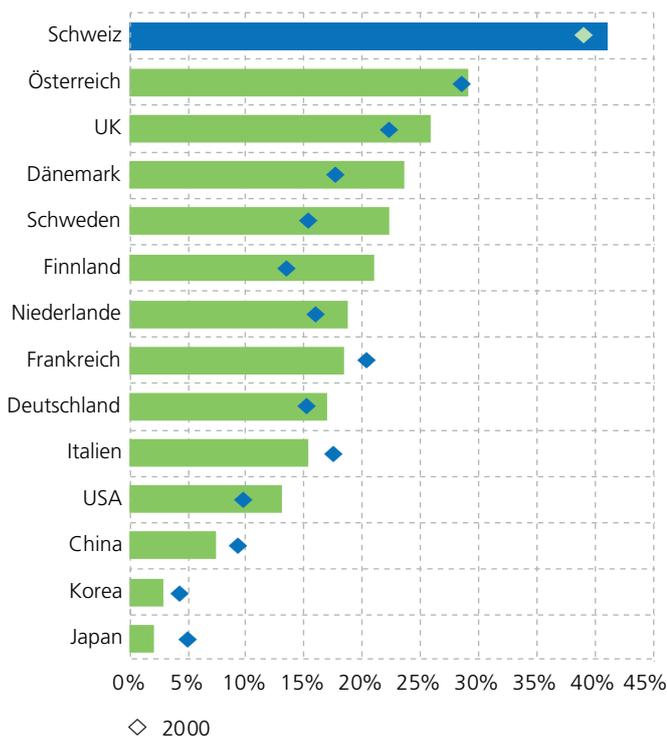
Im Bereich der Gesundheitstechnologien (Pharmasektor und Medizinaltechnik) ist die Schweiz überdurchschnittlich spezialisiert (Abbildung B 8.4). Hier wies sie 2014 hinter den Niederlanden den zweithöchsten Spezialisierungsgrad auf, gefolgt von den USA und Dänemark. In der Biotechnologie lag die Schweiz über dem Durchschnitt im vorderen Mittelfeld. Bei den anderen berücksichtigten Technologien ist sie hingegen unterdurchschnittlich spezialisiert. Die IKT werden von China, Schweden, Finnland und Korea dominiert. Der tiefe Wert der Schweiz in diesem Bereich ist wenig überraschend, da in der Schweizer Elektronikindustrie kaum Hersteller von Hardware für die IKT vertreten sind. In der Nanotechnologie weist Dänemark die ausgeprägteste Spezialisierung auf. Danach folgen mit einigem Abstand UK, die USA, Finnland und Korea. Schliesslich belegen Dänemark, Finnland, Deutschland und Frankreich bei den Umwelttechnologien die vordersten Ränge. Die Schweiz liegt hier auf dem hintersten Platz der betrachteten Länder.

Abbildung B 8.1: PCT-Patentanmeldungen pro Mio. Einwohnerinnen bzw. Einwohner, 2015



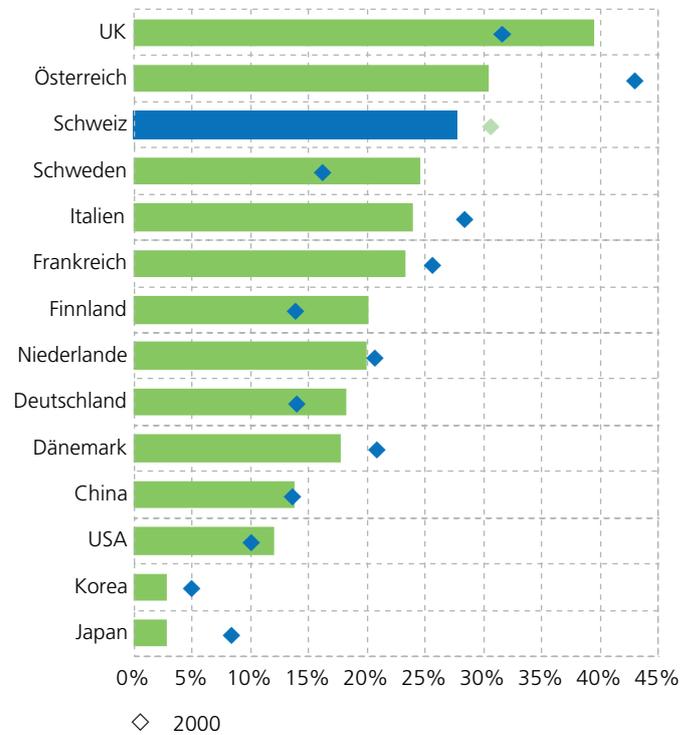
Keine Daten 2000 verfügbar: China
Quelle: OECD

Abbildung B 8.2: Anteil der Patentanmeldungen in internationaler Zusammenarbeit an allen Patenten, 2014



Auf Basis der PCT-Patentanmeldungen
Quelle: OECD

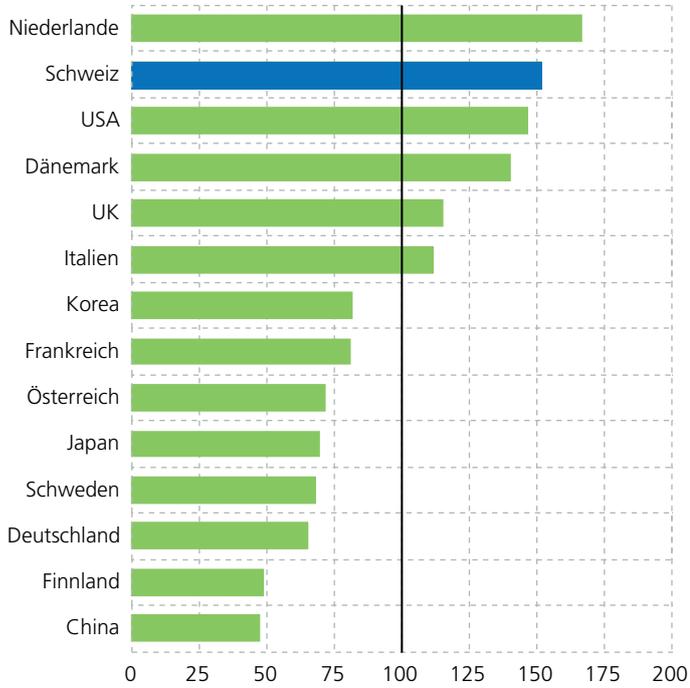
Abbildung B 8.3: Anteil der Patente, die von Unternehmen in ausländischem Besitz angemeldet worden sind, an allen Patentanmeldungen im entsprechenden Land, 2014



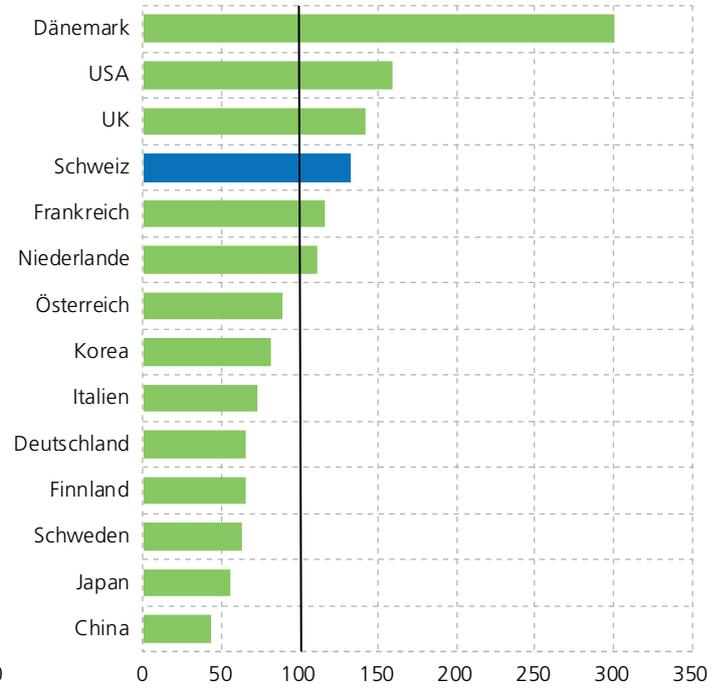
Auf Basis der PCT-Patentanmeldungen
Quelle: OECD

Abbildung B 8.4: Revealed Technological Advantage, 2014

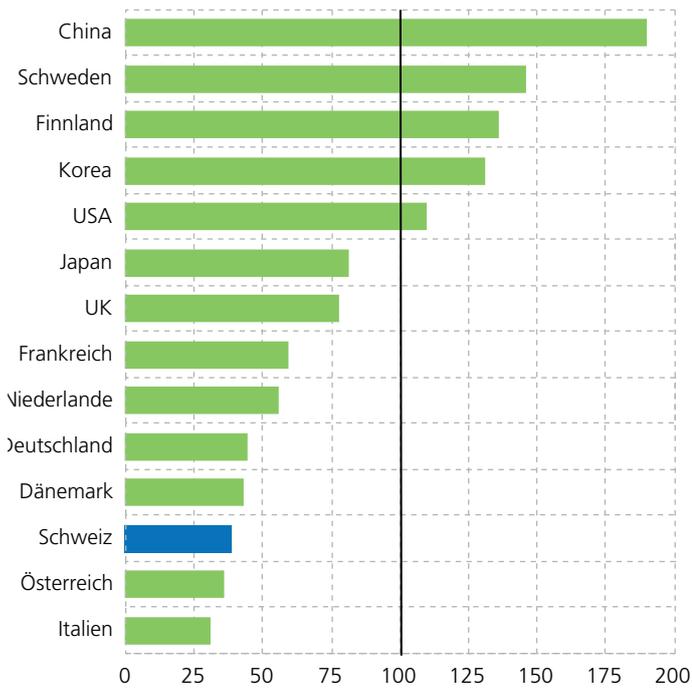
Gesundheitstechnologien



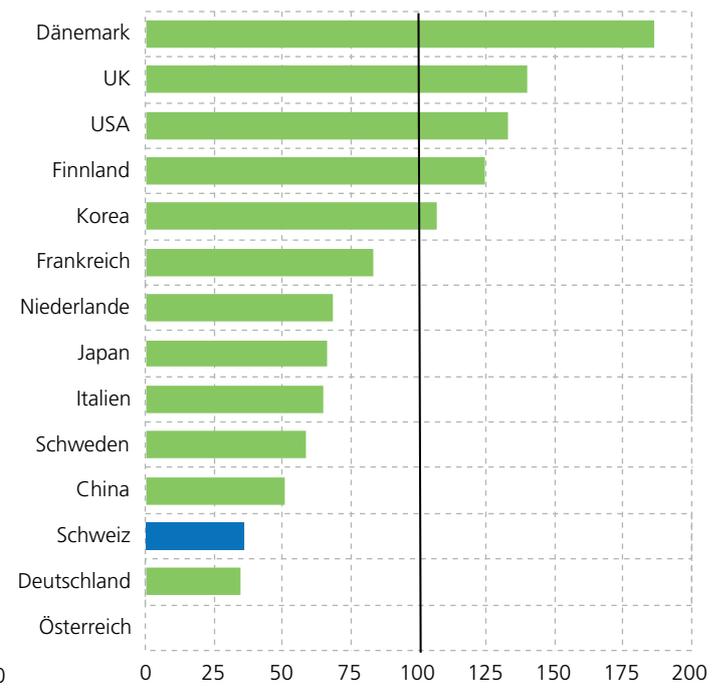
Biotechnologie



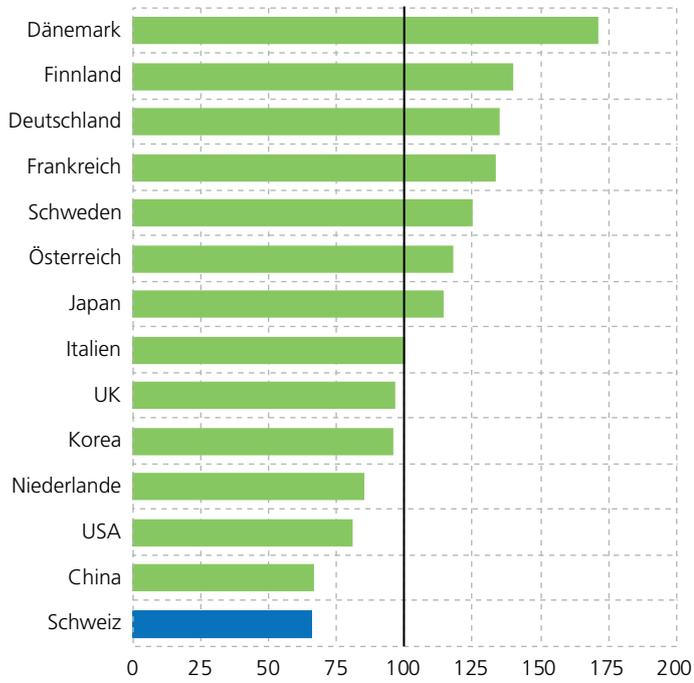
Informations- und Kommunikationstechnologien



Nanotechnologie



Umwelttechnologien



Revealed Technological Advantage: Anteil der Patente einer Volkswirtschaft in einem bestimmten technologischen Bereich im Verhältnis zum Anteil dieser Volkswirtschaft an allen Patenten
 Auf Basis der PCT-Patentanmeldungen
 Quelle: OECD, Berechnungen SBF

9 Wissens- und Technologietransfer

Der Wissens- und Technologietransfer (WTT) fördert die Innovation an der Schnittstelle von Forschung, Industrie und Markt. Er hat zum Ziel, die Unternehmen, die Hochschulen und andere öffentliche Forschungsinstitute zu vernetzen, um durch Kooperationen ein innovationsfreundliches Umfeld zu schaffen. Damit trägt er zur technologischen und wirtschaftlichen Verwertung des Wissens bei und beschleunigt den Prozess des Ausbaus der Kenntnisse. Auf diese Weise erhöhen sich die Chancen, dass innerhalb relativ kurzer Zeit neue Produkte entwickelt werden. Schliesslich ermöglicht der WTT nicht nur eine wirtschaftliche Verwertung von akademischem Wissen, sondern trägt umgekehrt auch dazu bei, dass praktisches Wissen in die akademische Forschung zurückfliesst.

Da in diesem Bereich auf internationaler Ebene kaum vergleichbare Statistiken vorliegen, werden in diesem Kapitel hauptsächlich Indikatoren zu den nationalen Aktivitäten im Bereich des WTT präsentiert. Diese stützen sich auf die Erhebung zum Wissens- und Technologieaustausch, die von der KOF ETH Zürich durchgeführt wird. Da die bisher letzte Befragung 2011 stattfand, beziehen sich die neuesten verfügbaren Zahlen auf den Zeitraum 2008–2010. Neue Zahlen stehen erst im Jahr 2019 zur Verfügung. Die nationale Betrachtung wird durch einen internationalen Vergleich ergänzt, der sich auf den WTT zwischen innovativen Unternehmen und Hochschulen konzentriert. Da es sich dabei um eine sehr spezifische Untergruppe von Unternehmen handelt, lassen sich diese Zahlen nicht direkt zu den Resultaten der KOF in Beziehung setzen.

9.1 Beteiligung der Schweizer Unternehmen am WTT

Im Zeitraum 2008–2010 war rund ein Fünftel der Schweizer Unternehmen an WTT-Aktivitäten beteiligt (Abbildung B 9.1). Dieser Anteil hat sich seit Anfang der 2000er-Jahre nicht verändert.

Mit 28% war der Anteil der Unternehmen mit WTT-Aktivitäten in der Industrie etwas höher als im Dienstleistungssektor (25%). Im Baugewerbe ist der entsprechende Anteil seit dem Zeitraum 2002–2004 rückläufig und lag im Zeitraum 2008–2010 bei 4%.

Überdurchschnittlich intensiv ist der WTT in den Teilsektoren Hightech-Industrie (vor allem in den Branchen «Chemie», «Fahrzeuge» und «Elektronik / Instrumente») und moderne Dienstleistungen. Insgesamt sind die WTT-Aktivitäten stabil geblieben. In den Teilsektoren Hightech-Industrie und moderne Dienstleistungen verzeichneten sie jedoch eine deutliche Zunahme, während sie in der Lowtech-Industrie und bei den traditionellen Dienstleistungen rückläufig waren.

Augenfällig ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Unternehmensgrösse und den WTT-Aktivitäten: Während 16% der kleinen Unternehmen am WTT beteiligt sind, beträgt der entsprechende Anteil bei den mittleren Unternehmen 35% und bei den grossen Unternehmen 57%. Angesichts der Ressourcen (vor allem der personellen) über die grosse Unternehmen verfügen, überrascht es nicht, dass es diesen leichter fällt, wissenschaftliches Wissen zu koordinieren und erfolgreich zu verwerten. Denn bekanntlich beschäftigen multinationale Unternehmen eher Personal mit einer tertiären Ausbildung (namentlich in den Natur- oder Ingenieurwissenschaften).

9.2 Aktivitätstypen der Schweizer Unternehmen im Bereich WTT

In Bezug auf die Art der WTT-Aktivitäten bezeichneten die meisten befragten Unternehmen vor allem informelle Kontakte und Ausbildungsmassnahmen als wichtig (Abbildung B 9.2). Ein weitaus geringerer Anteil setzte Schwerpunkte bei der Forschung (17%), der Beratung (15%) und bei der Nutzung der Infrastruktur von Hochschulen (14%).

Während die informellen Kontakte und die Ausbildung seit dem Zeitraum 2002–2004 eine leichte Steigerung verzeichneten, haben sich die anderen drei Kategorien praktisch nicht verändert.

9.3 WTT-Partner der Schweizer Unternehmen

Von den Unternehmen, die im Wissensaustausch aktiv sind, nannten 70% im Zeitraum 2008–2010 eine Institution (oder mehrere) des ETH-Bereichs als Partner (Abbildung B 9.3). Knapp dahinter folgten die Fachhochschulen (69%), während die kantonalen Universitäten deutlich weniger oft erwähnt wurden (43%). Dieser tiefere Wert erklärt sich aus der Tatsache, dass es an den Universitäten keine sehr anwendungsnahen Forschungsrichtungen in den technischen Bereichen gibt. Besonders gefördert wird der Aufbau von Partnerschaften durch den Grundsatz der indirekten Finanzierung – über Kooperationen mit den Bildungseinrichtungen –, den die Innosuisse anwendet.

Zwischen den Zeiträumen 2002–2004 und 2008–2010 lässt sich bei allen drei Partnertypen eine markante Steigerung beobachten, was eine Auswirkung der Wirtschaftskrise sein könnte. Die Unternehmen haben somit ihren Wissensaustausch vermehrt mit Partnerinstitutionen aus mehreren Gruppen gleichzeitig betrieben. Beim ETH-Bereich und bei den Fachhochschulen ist ein deutlich stärkerer Zuwachs festzustellen als bei den kantonalen Universitäten.

9.4 Motive der Schweizer Unternehmen für den WTT

Das weitaus wichtigste Motiv der Unternehmen für die Beteiligung am WTT ist der Zugang zu Humankapital (Abbildung B 9.4). Danach folgen finanzielle Motive (die im letzten Betrachtungszeitraum rückläufig waren) sowie der Zugang zu Forschungsergebnissen. Obwohl die institutionellen oder organisatorischen Motive gegenüber dem Zeitraum 2002–2004 eine leichte Steigerung verzeichnet haben, werden sie weiterhin am seltensten genannt.

Allgemein sind zwischen den Zeiträumen 2002–2004 und 2008–2010 nur geringfügige Änderungen festzustellen.

9.5 Hemmnisse für den WTT der Schweizer Unternehmen

Die am häufigsten angegebenen Hindernisse für den WTT sind fehlende Voraussetzungen (z.B. Mangel an qualifiziertem Personal und an zeitlichen Ressourcen) seitens des Unternehmens (53%) oder seitens der Hochschule (41%) sowie Kosten / Risiken / Unsicherheit (43%) (Abbildung B 9.5). Obwohl organisatorische und institutionelle Hemmnisse deutlich weniger Nennungen erhielten, sind sie die einzige Kategorie, in der zwischen den Zeiträumen 2002–2004 und 2008–2010 eine Zunahme verzeichnet wurde (von 25% auf 31%).

Bei der Betrachtung nach Sektoren oder Teilsektoren lassen sich kaum Unterschiede feststellen. Unternehmen der Hightech-Industrie sorgen sich häufiger als andere Unternehmen um fehlende Informationen sowie um Kosten / Risiken / Unsicherheit. Dienstleistungsunternehmen beklagen öfter fehlende Voraussetzungen seitens der Hochschule oder seitens des Unternehmens, wobei dies am häufigsten von den traditionellen Dienstleistern erwähnt wurde. Schliesslich scheinen grosse Unternehmen weniger von Hemmnissen betroffen zu sein als KMU, mit Ausnahme der organisatorischen oder institutionellen Hemmnisse.

9.6 Zusammenarbeit zwischen innovierenden Unternehmen und Hochschulen

Im Zeitraum 2010–2012 haben in der Schweiz 17% der innovationsstarken Unternehmen mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen zusammengearbeitet. Damit liegt die Schweiz im Vergleich zu den anderen betrachteten Staaten im Mittelfeld (Abbildung B 9.6): UK, Schweden und Deutschland erreichten vergleichbare Werte, während Finnland und Österreich deutlich höhere Anteile verzeichneten.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass vor allem in den Ländern der Europäischen Union die Zusammenarbeit mit einer Hochschule oft eine Bedingung für die staatliche Förderung von privater F&E ist. Diese Regel gilt auch für die staatliche Förderung durch die

Schweizerische Agentur für Innovationsförderung Innosuisse.¹⁰ In der Schweiz gibt es im Vergleich mit anderen Ländern kaum direkte finanzielle Förderung von privater F&E. Dies erklärt zu einem guten Teil, weshalb der Anteil von Hochschul- und Unternehmenskooperationen in verschiedenen Vergleichsländern höher ist. Angesichts der hohen Qualität der Schweizer Hochschulen und des starken Wachstums des Fachhochschulbereichs dürfte in der Schweiz noch Potenzial für eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen dem Unternehmens- und dem Forschungssektor bestehen.

¹⁰Die Fördergelder fliessen ausschliesslich an die öffentlichen Partner und finanzieren mehrheitlich deren personelle Aufwendungen. Die Umsetzungspartner müssen sich mindestens zur Hälfte mit einem eigenen Beitrag in Form von Eigenleistungen und in der Regel mit einem Cashbeitrag von mindestens 10% an der Finanzierung des Projekts beteiligen.

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

in % der Unternehmen	2002–2004	2008–2010
Sektor		
Industrie	25,1	28,0
Bau	10,1	4,3
Dienstleistungen	26,7	24,6
Teilsektor		
Hightech-Industrie	28,3	44,6
Lowtech-Industrie	23,4	16,7
Moderne Dienstleistungen	27,2	35,2
Traditionelle Dienstleistungen	26,2	10,6
Grössenklasse		
Klein (< 50 Beschäftigte)	19,4	16,2
Mittel (50–249 Beschäftigte)	33,7	34,7
Gross (>= 250 Beschäftigte)	44,9	57,3
Total	22,2	21,1

Hightech-Industrie: Chemie, Kunststoffe, Maschinen, Elektrotechnik, Elektronik / Instrumente, Fahrzeuge
 Moderne Dienstleistungen: Banken / Versicherungen, technische und nichttechnische Dienstleistungen für Unternehmen
 Quelle: KOF

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

in % der Unternehmen	2002–2004	2008–2010
Informell	56,6	62,9
Infrastruktur	11,9	13,9
Ausbildung	52,3	59,3
Forschung	17,8	17,1
Beratung	15,3	14,8

Anteil der Unternehmen, die auf einer fünfstufigen Skala den Wert 4 oder 5 (grosse Bedeutung oder sehr grosse Bedeutung) gewählt haben
 Quelle: KOF

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

in % der Unternehmen	2002–2004	2008–2010
ETH-Bereich (ETH Zürich, EPFL, PSI, WSL, Empa, Eawag)	57,0	70,0
Kantonale Universitäten	38,0	42,8
Fachhochschulen	56,0	68,6

Quelle: KOF

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

in % der Unternehmen	2002–2004	2008–2010
Zugang zu Humankapital («tacit knowledge»)	65,9	65,1
Zugang zu Forschungsergebnissen («codified knowledge»)	29,3	28,9
Finanzielle Motive	41,1	33,0
Institutionelle / organisatorische Motive	25,0	28,1

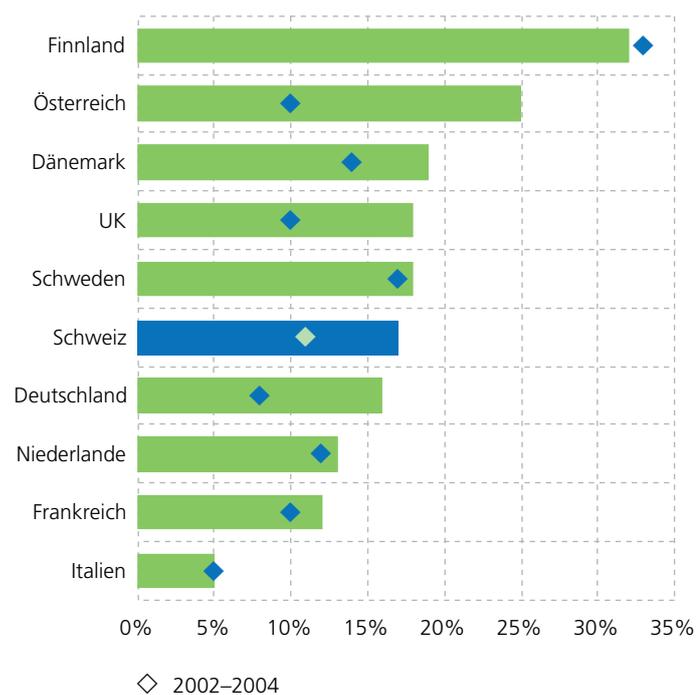
Anteil der Unternehmen, die auf einer fünfstufigen Skala den Wert 4 oder 5 (grosse Bedeutung oder sehr grosse Bedeutung) gewählt haben
 Quelle: KOF

Abbildung B 9.5: Hemmnisse für Wissens- und Technologietransfer in der Schweiz, 2008–2010

in % der Unternehmen	Fehlende Information	Fehlende Voraussetzungen auf Seiten der...		Kosten, Risiken, Unsicherheit	Organisatorische bzw. institutionelle Hemmnisse
		Unternehmung	Hochschule		
Sektor					
Industrie	27,8	50,4	39,6	43,4	30,3
Bau	22,3	50,2	39,9	37,7	24,4
Dienstleistungen	25,0	55,1	43,2	44,2	33,3
Teilsektor					
Hightech-Industrie	31,5	47,5	42,4	49,6	35,4
Lowtech-Industrie	25,3	52,5	37,6	39,1	26,9
Moderne Dienstleistungen	20,7	53,5	38,2	43,5	29,6
Traditionelle Dienstleistungen	30,7	57,2	49,7	45,3	38,3
Grössenklasse					
Klein (< 50 Beschäftigte)	25,6	53,4	40,9	42,6	30,2
Mittel (50–249 Beschäftigte)	24,1	52,0	44,2	43,0	31,7
Gross (>= 250 Beschäftigte)	20,9	39,4	37,8	38,3	31,6
Total 2008-2010	25,2	52,7	41,4	42,6	30,5
Total 2002-2004	24,1	49,2	42,0	42,4	24,5

Anteil der Unternehmen, die auf einer fünfstufigen Skala den Wert 4 oder 5 (grosse Bedeutung oder sehr grosse Bedeutung) gewählt haben
Quelle: KOF

Abbildung B 9.6: Anteil der innovierenden Unternehmen, die mit Hochschulen kooperieren, an sämtlichen innovierenden Unternehmen, 2010–2012



Ausnahme zu den Referenzjahren 2002–2004: Schweiz: 2003–2005
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, USA, China
Quelle: Eurostat, KOF / SECO

10 Innovationsaktivitäten der Unternehmen

Auch wenn zahlreiche Patente angemeldet und wissenschaftliche Artikel publiziert werden, sind sie für eine Volkswirtschaft nur dann von Nutzen, wenn sie sich in innovativen Produkten und Verfahren niederschlagen. Somit stellt sich die Frage nach der Innovationsfähigkeit der Unternehmen einer Volkswirtschaft. Bei ihren Innovationsstrategien neigen die Unternehmen dazu, die Einführung neuer Produkte mit der Übernahme neuer Produktions-, Organisations- und Vermarktungsmethoden zu kombinieren. Das vorliegende Kapitel bezieht sich jedoch hauptsächlich auf Produktinnovationen.

Für den Grossteil der Indikatoren dieses Kapitels liegen für die Schweiz bereits Zahlen für die Periode 2014–2016 vor. Für die Vergleichsländer werden diese Zahlen erst Anfang 2019 verfügbar sein. Aufgrund des fehlenden internationalen Vergleiches ist eine Interpretation der neusten Zahlen für die Schweiz schwierig.

Als allgemeine Tendenz kann man feststellen, dass die Prozentzahlen schweizerischer Unternehmen, die Innovationen tätigen oder ihren Umsatz aufgrund von Innovationen steigern konnten, in der Periode 2014–2016 rückläufig waren. Dasselbe gilt auch für die Anzahl Unternehmen mit Unternehmens- und Marktneuheiten. Die rückläufige Tendenz der Innovationsaktivitäten von Unternehmen in der Schweiz stellt eine gegenläufige Entwicklung zur vorhergehenden Periode dar. Ob diese rückläufige Tendenz auch in den Vergleichsländern zutrifft, kann aufgrund der noch fehlenden Zahlen nicht festgestellt werden.

10.1 Neugründungen von Unternehmen

Die Gründung von Unternehmen wird oft als Motor der Wirtschaft betrachtet, da sie zu einer Intensivierung des Wettbewerbs, zur Schaffung neuer Arbeitsplätze und zu einer Erhöhung der Produktionskapazitäten führt. Obwohl sie nicht als direkte Messgrösse für die Innovationsaktivitäten herangezogen werden kann, bietet die Gründung neuer Unternehmen einen Anhaltspunkt für die Dynamik einer Volkswirtschaft.

In der Schweiz, wo 4% der 18- bis 64-Jährigen ein neues Unternehmen lanciert haben, liegt die Rate der Unternehmensneugründungen im vorderen Mittelfeld (Abbildung B 10.1). Korea liegt an der Spitze, gefolgt von China, den Niederlanden, den USA und UK. Im Vergleich zu 2005 ist die Rate der Unternehmensneugründungen in der Schweiz faktisch stabil geblieben, während sie in den Niederlanden sehr stark angestiegen ist. China hat im Vergleich zu 2005 einen grossen Rückgang zu verzeichnen.

Zusätzlich intensiviert wird die Erneuerung der Wirtschaft, wenn die neu gegründeten Unternehmen neue Produkte lancieren. Mit einem Wert von 25% liegt die Schweiz zusammen mit Korea, China und Japan im hinteren Mittelfeld (Abbildung B 10.2). In Dänemark, Frankreich, den USA und Österreich ist der Anteil deutlich höher.

10.2 Unternehmen mit Innovationen

Je innovativer die Unternehmen sind, desto intensiver ist der Wettbewerb. Allerdings geht die Innovation nicht bloss von Jungunternehmen aus. Deshalb müssen zwingend alle Unternehmen eines Landes betrachtet werden.

Nach Selbsteinschätzung der Unternehmen sind in der Schweiz fast zwei Drittel der Industrieunternehmen Produkt- und / oder Prozessinnovatoren (Abbildung B 10.3). Damit belegt die Schweiz in der Periode 2012–2014 vor Deutschland, den Niederlanden und Österreich den ersten Rang unter den Vergleichsländern. Diese gute Positionierung steht in Zusammenhang mit einem Rückgang des Anteils der Industrieunternehmen mit Innovationen in den meisten Vergleichsländern. Dieses Phänomen betrifft auch die Schweiz: Zu Beginn der 2000er-Jahre lag der Anteil der Industrieunternehmen mit Innovationen in der Schweiz noch bei fast 70%. Anschliessend erfolgte ein markanter Rückgang, wahrscheinlich infolge der Wirtschaftskrise. Die neusten Zahlen weisen auf einen weiteren Rückgang des Anteils der Industrieunternehmen mit Innovationen in der Schweiz hin (55% in der Periode 2014–2016).

Im Dienstleistungssektor erreicht die Schweiz in der Periode 2012–2014 bei den Unternehmen mit Produkt- und / oder Prozessinnovationen einen Anteil von 47% und liegt damit zusammen mit Deutschland an der Spitze der Länderauswahl (Abbildung B 10.4). Auch in diesem Sektor hat der Anteil der Schweizer Unternehmen mit Innovationen ab den 2000er-Jahren deutlich abgenommen, was unter anderem auf die hohe Bedeutung des Finanzsektors zurückzuführen sein könnte, welcher besonders von der Krise betroffen war.

10.3 Umsatz im Zusammenhang mit Innovationen

Mit einem Anteil von 30,9% hat die Schweiz 2014 in Bezug auf den Anteil der Produktinnovationen am Umsatz bei den Industrieunternehmen am besten abgeschnitten, direkt gefolgt von Frankreich mit 30,2 % (Abbildung B 10.5). Im Vergleich zu 2005 ist der Anteil der innovativen Produkte am Umsatz der Industrieunternehmen in der Schweiz leicht gestiegen. Einen besonders starken Zuwachs seit 2005 haben die Niederlande zu verzeichnen. Demgegenüber haben Finnland und Schweden eine markante Abnahme zu verzeichnen.

Im Dienstleistungssektor belegt die Schweiz den vordersten Rang unter den Vergleichsländern, gefolgt von den Niederlanden (Abbildung B 10.5). Mit erheblichem Abstand folgen Frankreich, Österreich, Italien und Dänemark. Gegenüber 2005 verzeichneten die Niederlande vor der Schweiz den höchsten Zuwachs.

Werden nur die KMU betrachtet, lässt sich feststellen, dass bei den grösseren KMU (50 bis 249 Mitarbeitende) sowohl die Industrie als auch die Dienstleistungsunternehmen in der Schweiz sehr innovationsfreudig sind (Abbildung B 10.7). Bei den kleineren Unternehmen (10 bis 49 Mitarbeitende) sind hingegen die österreichischen Unternehmungen am innovativsten. Die Schweiz befindet sich hier im Mittelfeld (Abbildung B 10.6).

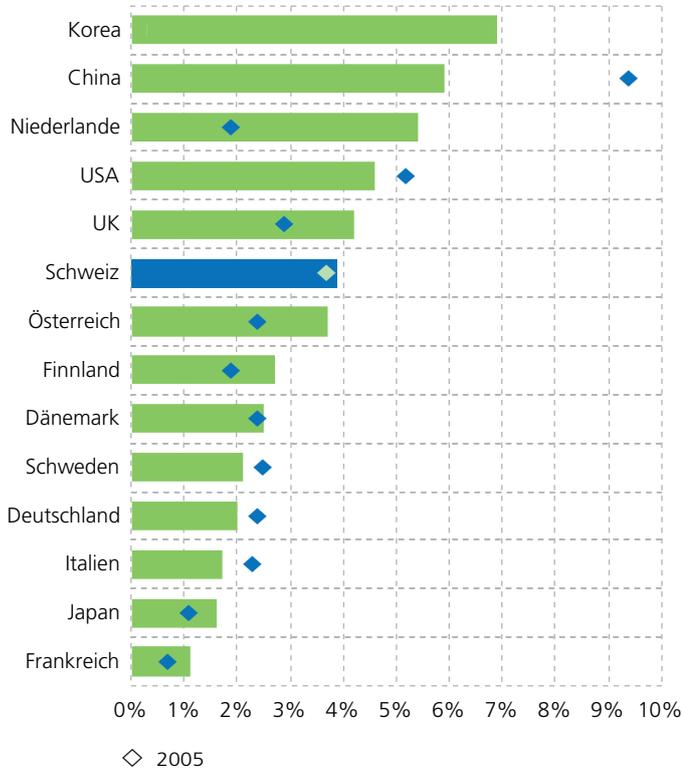
10.4 Unternehmens- und Marktneuheiten

Ein innovatives Produkt kann für das Unternehmen neu sein (Unternehmensneuheit) oder auch für den Markt (Marktneuheit). Im zweiten Fall weist eine Neuerung ein höheres Potenzial auf, da sie sich an ein breiteres Segment richtet. Es lohnt sich somit, den Zusammenhang zwischen diesen beiden Kategorien zu untersuchen.

In der Schweizer Industrie weisen 2014 die Unternehmensneuheiten einen deutlich höheren Umsatzanteil auf als die Marktneuheiten (Abbildung B 10.8). Den höchsten Anteil an Marktneuheiten weisen die Niederlande und Frankreich auf, was auf ein grosses Innovationspotenzial deren Industrien hinweist. Die Schweiz liegt hier mit 9,9% Umsatzanteil der Marktneuheiten im Mittelfeld. Deutschland liegt auf dem letzten Rang, weist jedoch bei den Unternehmensneuheiten einen hohen Umsatzanteil auf.

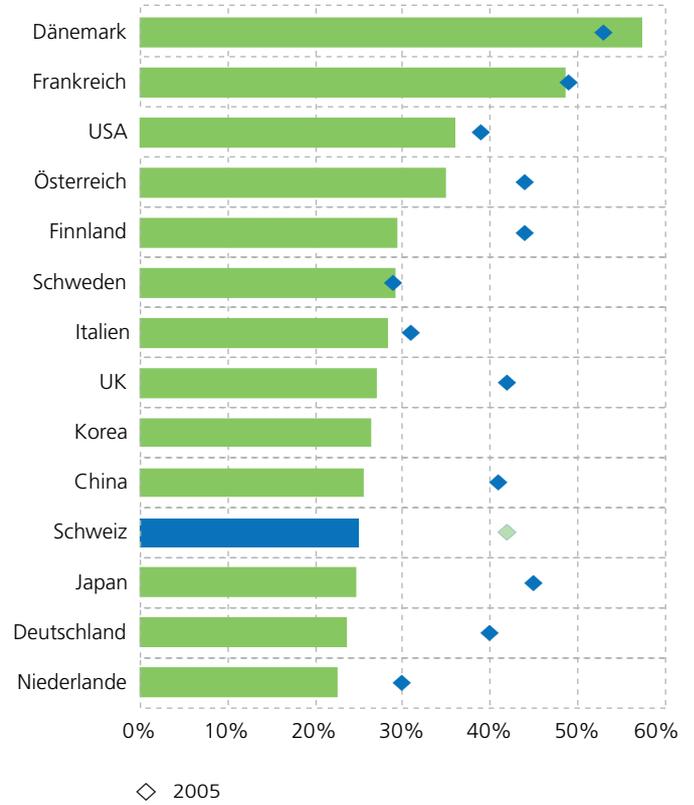
Im Dienstleistungssektor sind die Umsatzanteile der Markt- und Unternehmensneuheiten bei Schweizer Unternehmen sehr unterschiedlich verteilt (Abbildung B 10.9). Während die Schweizer Unternehmen hier bei den Marktneuheiten mit 1,7% Umsatzanteil den letzten Platz einnehmen, stehen sie bei den Unternehmensneuheiten mit 24,5 % Umsatzanteil auf dem ersten Platz. Gegenüber 2005 (–5,3 Prozentpunkte) und insbesondere gegenüber 2010 (–11,3 Prozentpunkte) hat sich die Position der Schweiz beim Umsatzanteil von Marktneuheiten deutlich verschlechtert.

Abbildung B 10.1: Rate der Neugründungen von Unternehmen, 2017



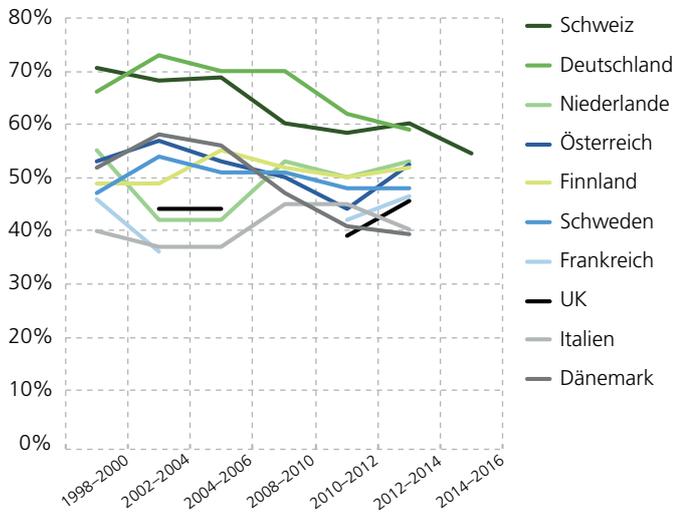
Anteil der 18- bis 64-Jährigen, die ein neues Unternehmen lanciert haben (das seit 3 bis 42 Monaten besteht)
 Ausnahmen zum Referenzjahr 2017: Dänemark: 2014; Österreich, Finnland: 2016
 Keine Daten 2005 verfügbar: Korea
 Quelle: GEM

Abbildung B 10.2: Anteil von Neugründungen, die Produkte eingeführt haben, die mindestens für einen Teil ihrer Kunden neu gewesen sind, 2017



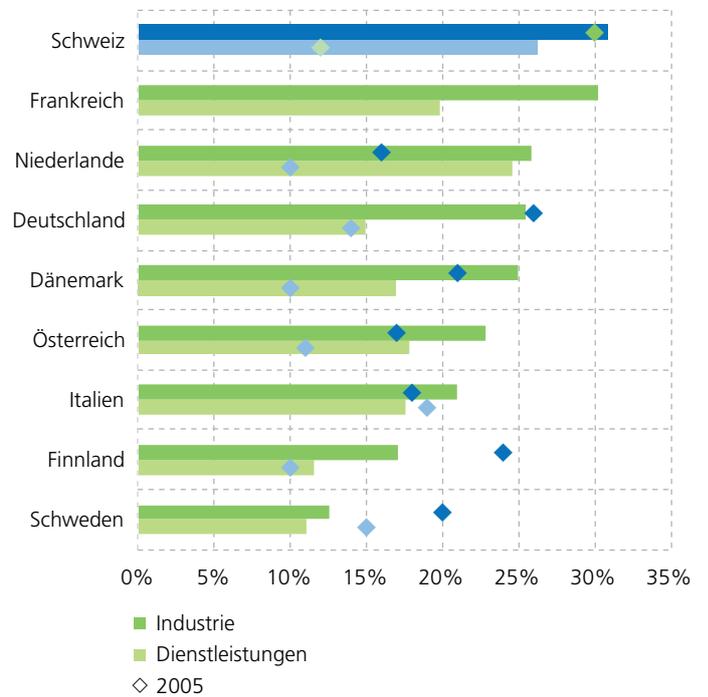
Ausnahmen zum Referenzjahr 2017: Dänemark: 2014, Österreich, Finnland: 2016
 Keine Daten 2005 verfügbar: Korea
 Quelle: GEM

Abbildung B 10.3: Anteil der Unternehmen mit Innovationen, Industrie



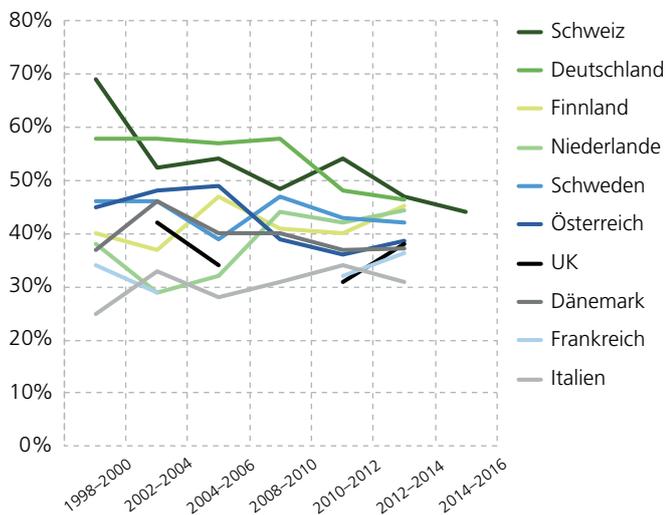
Produkt- und / oder Prozessinnovationen
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, USA, China
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 10.5: Umsatzanteil von innovativen Produkten, 2014



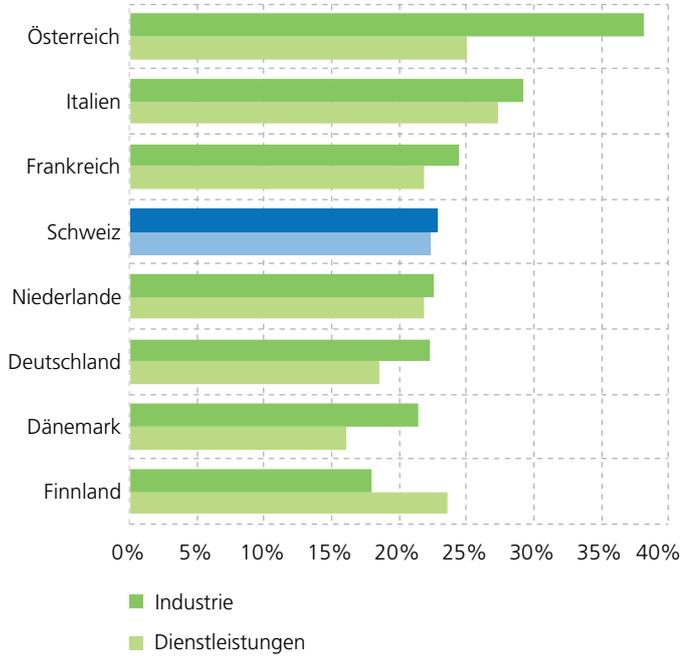
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen
Ausnahme zum Referenzjahr 2005: Schweiz: 2004
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, UK, USA, China
Keine Daten 2005 verfügbar: Frankreich
Schweiz, 2014-2016: Dienstleistungen 21,9%; Industrie 22,5%
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 10.4: Anteil der Unternehmen mit Innovationen, Dienstleistungen



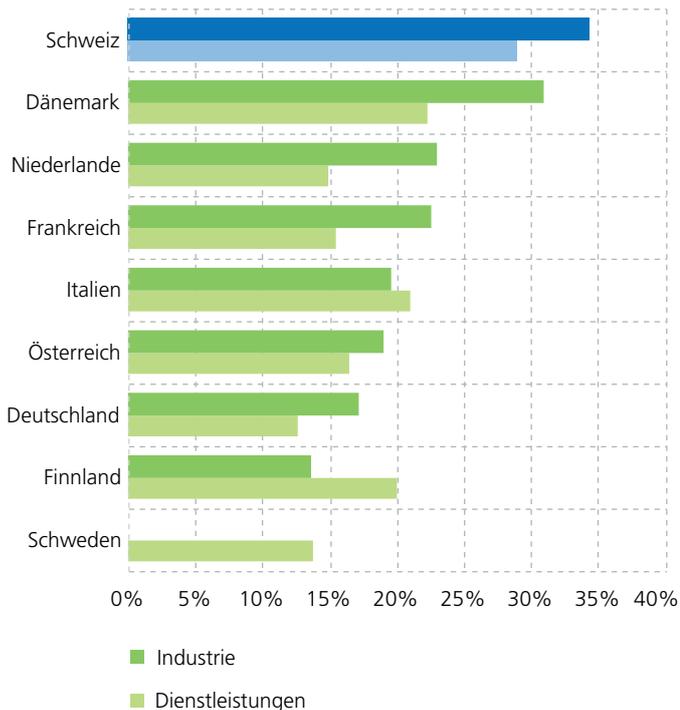
Produkt- und / oder Prozessinnovationen
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, USA, China
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 10.6: Umsatzanteil von innovativen Produkten bei den kleineren KMU (10–49 Arbeitnehmer), 2014



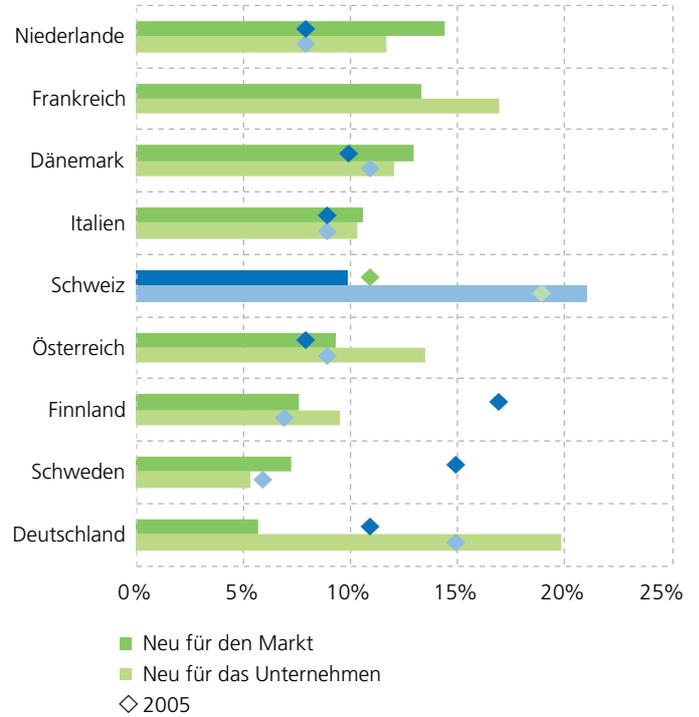
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, Schweden, UK, USA, China
Schweiz, 2014–2016: Dienstleistungen 32,7%; Industrie 30,5%
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 10.7: Umsatzanteil von innovativen Produkten bei den grösseren KMU (50–249 Arbeitnehme), 2014



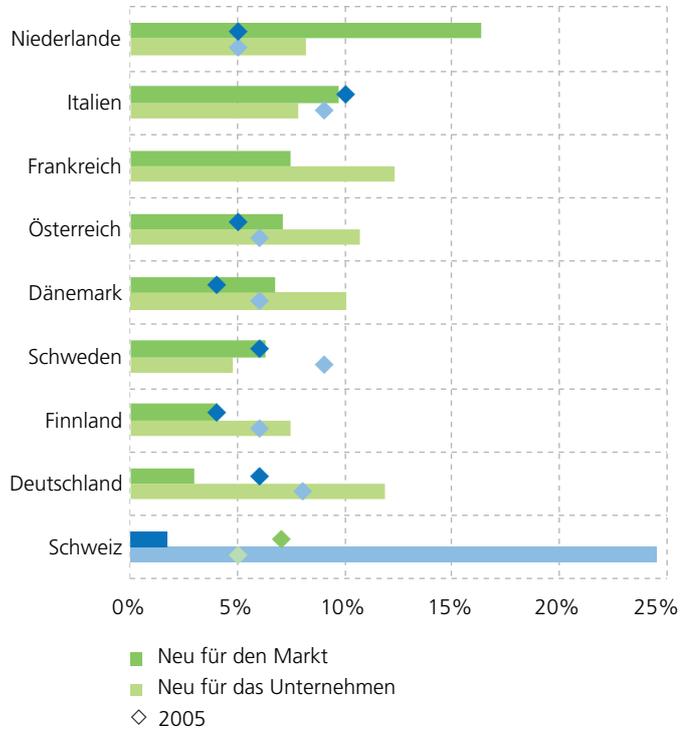
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, UK, USA, China
Keine Daten verfügbar für Industrie: Schweden
Schweiz, 2014–2016: Dienstleistungen 25,8%; Industrie 20,3%
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 10.8: Umsatzanteil von Produkten, die neu für den Markt oder das Unternehmen sind, Industrie, 2014



Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen
Ausnahme zum Referenzjahr 2005: Schweiz: 2004
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, UK, USA, China
Keine Daten 2005 verfügbar: Frankreich
Schweiz, 2014–2016: neu für den Markt 7,5%; neu für das Unternehmen 14,9%
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 10.9: Umsatzanteil von Produkten, die neu für den Markt oder das Unternehmen sind, Dienstleistungen, 2014



Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Innovationen
 Ausnahme zum Referenzjahr 2005: Schweiz: 2004
 Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, UK, USA, China
 Keine Daten 2005 verfügbar: Frankreich
 Schweiz, 2014–2016: neu für den Markt 1,0%; neu für das Unternehmen 20,8%
 Quelle: Eurostat, KOF

11 Wirtschaftsleistung

Eine bedeutende Komponente der Innovationskapazität einer Volkswirtschaft ist ihre 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 Innovationskraft kommt insbesondere in Änderungen der sektoralen Struktur zum Ausdruck, d.h. in einer anderen Bedeutung der einzelnen wirtschaftlichen Tätigkeiten. Ein typisches Merkmal der am weitesten fortgeschrittenen Volkswirtschaften ist die zunehmende Bedeutung der forschungs- und innovationsintensiven Branchen.

Auf internationaler Ebene wird diesbezüglich in der Statistik zwischen zwei Gruppen von Wirtschaftszweigen unterschieden: technologieintensive Industriesektoren (Hightech und Medium-Hightech) und wissensintensive Dienstleistungen. Was die letzteren anbelangt, wird zwischen den marktorientierten Dienstleistungen und den öffentlichen Dienstleistungen (Bildung, Gesundheitswesen, Kunst, kulturelle Veranstaltungen und Freizeitaktivitäten) unterschieden.

11.1 Sektorale Struktur

Die Veränderung der Wertschöpfungsanteile der einzelnen Sektoren oder Wirtschaftsbereiche ist Ausdruck des Strukturwandels einer Volkswirtschaft. Je grösser die Anteile der innovativsten Bereiche sind (Hightech-Industrie und wissensintensive Dienstleistungskategorien), desto zukunftsorientierter ist eine Volkswirtschaft.

In der Schweiz ist der Wertschöpfungsanteil der Industrie von 2000 bis 2015 um 0,4 Prozentpunkte angestiegen (Abbildung B 11.1). Nebst der Schweiz hatte nur Deutschland mit +0,2 Prozentpunkte einen Zuwachs zu verzeichnen. In allen anderen Vergleichsländern war der Wertschöpfungsanteil in der Industrie rückläufig. Besonders ausgeprägt war diese Entwicklung in Finnland und Schweden. Dieser Rückgang betraf vor allem die Lowtech-

Branchen des Industriesektors. Doch in zahlreichen Ländern (vor allem in Finnland und Schweden) verringerte sich auch der Anteil der Hightech-Branchen an der Wertschöpfung stark. Die Schweiz, Deutschland, Dänemark und Österreich gehören zu den Ländern, in denen der Anteil der Hightech-Branchen anstieg (in der Schweiz von 15% im Jahr 2000 auf 17,9% im Jahr 2015). Dank dieser Produktivitätssteigerung konnte die Schweizer Industrie ihren Wertschöpfungsanteil trotz des Rückgangs bei den Lowtech-Branchen leicht verbessern.

Der Wertschöpfungsanteil der Dienstleistungen hat sich zwischen 2000 und 2015 in allen betrachteten Volkswirtschaften erhöht. Die höchsten Zuwachsraten verzeichneten Schweden, Finnland, die Niederlande, Dänemark, Österreich, die USA, und Frankreich. Diese beachtlichen Wertschöpfungsgewinne entstanden hauptsächlich durch die modernen Dienstleistungen. In der Schweiz ist der Anteil der modernen Dienstleistungen leicht gesunken; er bleibt jedoch immer noch vergleichsweise hoch. In einigen Ländern (z.B. Dänemark, Finnland und Schweden) erklärt sich die starke Erhöhung durch den Aufholbedarf.

Die Hightech-Industrie und die modernen wissensbasierten Dienstleistungen lassen sich zur Hauptkategorie «wissensintensiver Sektor» zusammenfassen (Abbildung B 11.2). In der Schweiz stieg dessen Anteil von 50,4% im Jahr 2000 auf 52,2% im Jahr 2015. Damit belegte die Schweiz unter den Vergleichsländern hinter den USA und Deutschland den dritten Rang. Dies unterstreicht die Wissensorientierung der Schweizer Volkswirtschaft. Die höchsten Zuwachsraten im Zeitraum 2000 bis 2015 wiesen Dänemark und Österreich auf.

Definitionen

Moderne Dienstleistungen: Banken / Versicherungen, Informationstechnologie, Medien, Telekommunikation, technische (inkl. F&E) und nichttechnische unternehmensnahe Dienstleistungen

Traditionelle Dienstleistungen: Gross- und Detailhandel, Gastgewerbe, Verkehr / Logistik, Immobilien / Vermietung, persönliche Dienstleistungen

Hightech-Industrie: Chemie, Pharma, Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik / Instrumente, Medizintechnik, Fahrzeuge, Uhren

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

Wissensintensive Dienstleistungsbranchen: Information und Kommunikation; Finanz- und Versicherungsdienstleistungen; freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen

Quelle: KOF

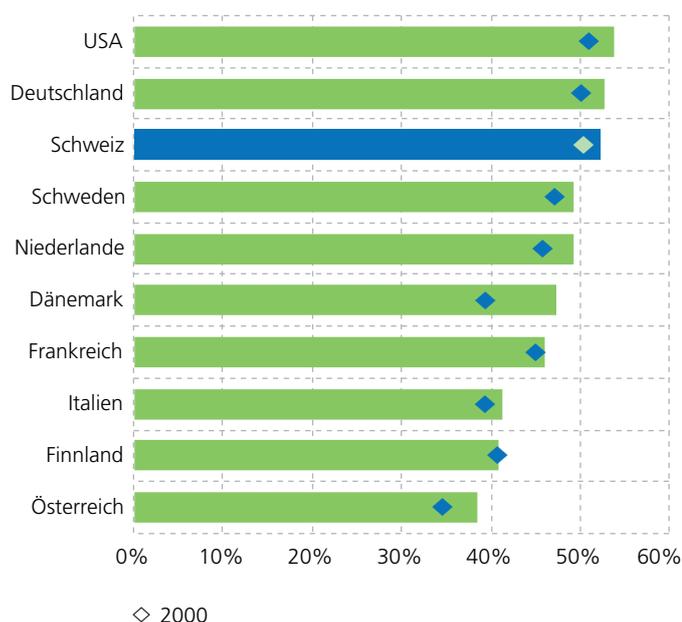
Abbildung B 11.1: Anteil der Sektoren an der nominellen Wertschöpfung

in %	Schweiz		Österreich		Dänemark		Finnland		Deutschland	
	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015
Industrie	25,9%	26,3%	29,3%	27,2%	27,3%	23,8%	41,8%	28,8%	34,6%	34,8%
Lowtech-Industrie	10,9%	8,3%	17,1%	14,1%	14,1%	8,9%	21,5%	14,4%	14,2%	12,0%
Hightech-Industrie	15,0%	17,9%	12,2%	13,0%	13,1%	14,9%	20,3%	14,5%	20,5%	22,9%
Energie	4,0%	2,6%	4,9%	4,2%	4,3%	3,5%	3,2%	5,3%	3,8%	4,1%
Baugewerbe	6,8%	7,8%	10,8%	9,2%	9,1%	7,6%	9,3%	10,7%	7,7%	6,9%
Dienstleistungen	63,3%	63,4%	55,0%	59,5%	59,4%	65,1%	45,7%	55,2%	53,8%	54,1%
Traditionelle Dienstleistungen	27,9%	29,1%	32,6%	34,1%	33,1%	32,8%	25,3%	26,7%	24,1%	24,3%
Moderne Dienstleistungen	35,4%	34,3%	22,4%	25,4%	26,3%	32,3%	20,5%	28,5%	29,7%	29,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

in %	Frankreich		Italien		Niederlande		Schweden		USA	
	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015	2000	2015
Industrie	25,2%	19,4%	29,3%	25,5%	22,6%	18,0%	35,3%	23,6%	24,4%	20,4%
Lowtech-Industrie	14,1%	11,0%	17,4%	14,3%	12,5%	9,7%	15,4%	10,1%	11,0%	8,8%
Hightech-Industrie	11,1%	8,3%	11,9%	11,2%	10,1%	8,3%	20,0%	13,5%	13,4%	11,7%
Energie	4,1%	4,2%	3,3%	4,0%	2,6%	2,6%	3,8%	4,3%	3,1%	2,9%
Baugewerbe	7,9%	9,2%	7,2%	7,6%	8,0%	6,9%	7,2%	8,8%	7,3%	7,0%
Dienstleistungen	62,8%	67,2%	60,2%	62,8%	66,7%	72,5%	53,7%	63,3%	65,3%	69,7%
Traditionelle Dienstleistungen	28,9%	29,5%	32,7%	32,8%	31,0%	31,6%	26,5%	27,5%	27,7%	27,5%
Moderne Dienstleistungen	33,9%	37,7%	27,5%	30,1%	35,7%	40,9%	27,2%	35,8%	37,6%	42,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, UK, China
Quelle: OECD, BFS, Schätzungen KOF

Abbildung B 11.2: Anteil des wissensintensiven Sektors an der nominellen Wertschöpfung, 2015



Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, UK, China
Quelle: OECD, BFS, Berechnungen KOF

12 Informations- und Kommunikationstechnologien

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) vereinfachen den Austausch und die Nutzung von Informationen und verändern damit das wirtschaftliche und soziale Verhalten. Diese Technologien durchdringen heute fast alle Sektoren und haben einen wesentlichen Einfluss auf strukturelle Veränderungen und das Wirtschaftswachstum. Zudem können dank dem Ineinanderfliessen neuer digitaler Schlüsseltechnologien (Digital Enabling Technologies) datenbasierte Innovationen (Data-driven Innovation) entwickelt werden. Der digitale Wandel besteht somit aus immer stärker vernetzten Technologien wie dem Internet der Dinge (Internet of Things, IoT), der internetbasierten Bereitstellung von Rechenkapazitäten (Cloud Computing), der Analyse riesiger Datenmengen (Big Data) oder der künstlichen Intelligenz (KI).

Die in diesem Kapitel vorgestellten Indikatoren messen einzelne Aspekte des digitalen Wandels für die Schweizer Wirtschaft im internationalen Vergleich.

12.1 Das ökonomische Gewicht des IKT-Sektors

Die Wertschöpfung des nationalen IKT-Sektors¹¹ beträgt rund 4,5% der Gesamtwertschöpfung (die Hälfte davon entfällt auf Dienstleistungen) (Abbildung B 12.1). Damit liegt die Schweiz 0,9 Prozentpunkte unter dem OECD-Durchschnitt. An der Spitze der Rangliste stehen Korea mit einem Anteil von 10,3% (wobei 70% der Wertschöpfung aus der Herstellung von IKT-Produkten stammen), Schweden mit 7,3% sowie Finnland mit 6,9% (in beiden Ländern entfällt die Wertschöpfung ebenfalls mehrheitlich auf IKT-Dienstleistungen).

Beim Export von IKT-Dienstleistungen sind die Niederlande und die USA führend, beide übernehmen je mehr als 7% der gesamten Exporte weltweit (Abbildung B 12.2). Die Schweiz importiert seit über fünf Jahren IKT-Güter jährlich im Wert von mehr als 11 Milliarden CHF¹² und liegt in den Top 10 der Exporteure von IKT-Dienstleistungen (2,7% der gesamten Exporte an IKT-Dienstleistungen).¹³ Wenn die Entwicklung von 2008 bis 2016 betrachtet wird, fällt ausserdem auf, dass die Schweiz ihren Wert um 0,6 Prozentpunkte signifikant steigerte. Ein ausserordentliches Wachstum von 2,8 Prozentpunkten verzeichnete China im Gegensatz zu anderen Vergleichsländern wie beispielsweise Frankreich oder UK (-1,3 respektive -1 Prozentpunkte).

¹¹ Der IKT-Sektor umfasst Tätigkeiten, die Waren und Dienstleistungen zur Digitalisierung der Wirtschaft produzieren, d.h. die verwendeten Informationen werden in digitale Form umgewandelt und können dadurch besser bearbeitet, kommuniziert, gespeichert oder ersetzt werden. Quelle: BFS.

¹² Daten zu den importierten IKT-Dienstleistungen sind nicht verfügbar. Quelle: BFS.

¹³ Obwohl Irland und Indien nicht zum Panel gehörten, sind diese beiden Länder speziell zu erwähnen. Mit 14% respektive 11% leisteten sie einen grossen Beitrag zu den weltweiten Exporten von IKT-Dienstleistungen.

Das wirtschaftliche Gewicht des IKT-Sektors kann auch mit dem Anteil der IKT-Stellen in der Wirtschaft gemessen werden. Mit einem Anteil von 5% IKT-Spezialistinnen und -Spezialisten an sämtlichen Beschäftigten gehört die Schweiz zu den Ländern mit einer hohen Dichte an Fachkräften in diesem Bereich (Abbildung B 12.3). Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz hinter Finnland und Schweden auf dem dritten Platz.

12.2 IKT-Sektor: ein Innovationstreiber

Die digitalen Technologien durchdringen verschiedenste Tätigkeitsbereiche (wissenschaftliche Forschung, Gesundheit, Hotellerie, Verkehr, Landwirtschaft, öffentlicher Sektor usw.). Dies begünstigt eine rasche Verbreitung von Informationen, den Aufbau engmaschigerer Netzwerke und einen verstärkten Austausch zwischen den Akteuren, was wiederum die Entwicklung neuer Verfahren der Güter- und Dienstleistungsproduktion fördert. Die IKT spielen eine entscheidende Rolle für die Innovationstätigkeiten und sind ein echter Wachstumstreiber heutiger Volkswirtschaften geworden.

Investitionen in IKT-Güter und -Dienstleistungen sind eine wichtige Voraussetzung für digitale Innovation. In der Schweiz beliefen sich diese IKT-Investitionen 2016 insgesamt auf 23 Milliarden CHF, wobei 73,3% davon in Software und Datenbanken flossen (Abbildung B 12.4, Hauptachse). Die Investitionen in Software und Datenbanken steigen sehr stark an; seit 1995 haben sie sich verdreifacht und bis 2016 sind sie auf 16,8 Milliarden CHF angewachsen (zu laufenden Preisen). Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 6,6% seit 1995 (Abbildung B 12.4, Nebenachse). Wird der Anteil der Investitionen in IKT am BIP gemessen, führt die Schweiz gemäss den OECD-Daten von 2015 die internationale Rangliste an (3,5% des BIP). Damit liegt sie ganz knapp vor Schweden und den Niederlanden (Abbildung B 12.5).¹⁴ Nur Frankreich und die Niederlande investieren etwas mehr in Software als die Schweiz.

Die Risikokapitalinvestitionen im IKT-Sektor in der Schweiz machen 31% aller Risikokapitalinvestitionen aus, während diese im Bereich Life Sciences 52,9% betragen. Bei den IKT-Risikokapitalinvestitionen liegt die Schweiz vor Italien auf dem zweitletzten Platz der betrachteten Länder. In Finnland beträgt der Anteil der Risikokapitalinvestitionen im IKT-Sektor 62,4% sämtlicher Risikokapitalinvestitionen, in Dänemark 54,6% und in den USA 53,6% (Abbildung B 12.6).

¹⁴ Nur die Tschechische Republik – die zwar nicht zu den Referenzländern gehört – scheidet mit 3,8% besser ab als die Schweiz und belegt damit weltweit den ersten Rang.

Auch die Intramuros-Aufwendungen für Forschung und Entwicklung der Industrien für IKT-Ausrüstung und Informationsdienste bestätigen das Innovationspotenzial des Sektors. In den meisten Volkswirtschaften der OECD machen die F&E-Ausgaben der Unternehmen der IKT-Branchen rund 20% sämtlicher F&E-Ausgaben der Privatwirtschaft aus (Abbildung B 12.7). In Korea, Finnland und den USA beträgt der Anteil der Intramuros-Aufwendungen für F&E der Informationsindustrien gar 40% bis über 50% der gesamten Aufwendungen. Die Schweiz verbucht einen Anteil von 17,6% und liegt gleichauf mit Deutschland. Unter den verglichenen Ländern schneidet nur Österreich schlechter ab.

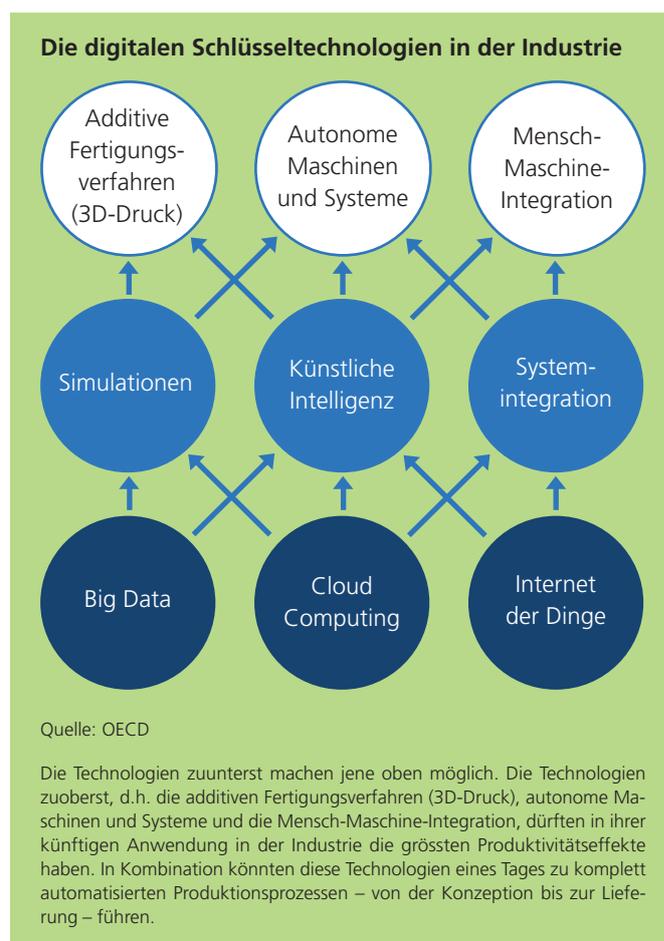
Die Patentanmeldungen aus dem IKT-Bereich machten zwischen 2012 und 2015 in den OECD-Ländern gut ein Drittel aller Patentanmeldungen aus. In China, das die Zahl seiner Patentanträge in den vergangenen zehn Jahren deutlich vergrössern konnte (+16,3 Prozentpunkte), weisen 60,1% der Patentanmeldungen einen Bezug zu IKT auf. Somit nimmt China bezüglich IKT-Patente den ersten Rang ein (Abbildung B 12.8). Die Schweiz liegt mit 15,1% IKT-bezogenen Patenten auf dem zweitletzten Platz der Vergleichsländer. Sie verzeichnet jedoch eine Zunahme von 1,5 Prozentpunkten gegenüber der Periode 2002–2005. Bei Betrachtung der Wachstumsrate belegt sie den sechsten Platz. Viele der verglichenen Länder verzeichneten hingegen eine negative Entwicklung der Patentanmeldungen mit Bezug zum IKT-Bereich, insbesondere die Niederlande (–19,2 Prozentpunkte gegenüber der Periode 2002–2005).¹⁵

Der Anteil der schweizerischen wissenschaftlichen Publikationen im IKT-Bereich lag 2015 bei 0,7% sämtlicher Publikationen weltweit, wobei China (21% der Publikationen), die USA (15,3%) und Korea (8%) das grösste Gewicht haben (Abbildung B 12.9). Bei der Entwicklung der IKT-Publikationen zwischen 2007–2011 und 2011–2015 verzeichnet China ein markantes Wachstum (+166%), die USA und Japan hingegen eine Abnahme. Hier belegt die Schweiz mit einer Wachstumsrate von +35% den fünften Platz der Vergleichsländer.

12.3 Die neuen digitalen Technologien

Die Vernetzung neuer digitaler Technologien bewirkt eine exponentielle Steigerung der Datenproduktion und –sammlung sowie eine Analyse dieser Daten in Echtzeit. Das Ineinanderfliessen neuer digitaler Technologien ermöglicht damit die Entwicklung innovativer datenbasierter Produktions- und Verwaltungsprozesse (Data-driven Innovation). Dies bewirkt einen Paradigmenwechsel, der zu teilweise komplett automatisierten Verwaltungs- und Produktionsmodellen führt. Die Industrie 4.0 steht für dieses Ökosystem, in dem beispielsweise die Daten einer Montage- oder Verteilungskette von miteinander kommunizierenden Sensoren erfasst, über

Cloud-Lösungen gespeichert und verwaltet sowie über die Analyse grosser Datenmengen bearbeitet und statistisch ausgewertet werden können. Dank solcher voneinander abhängiger Verfahren zur Generierung und Bearbeitung von Informationen können fortlaufend Werte geschaffen werden. Die Daten werden damit zu Wissen, einer zentralen Wachstumsquelle einer Volkswirtschaft.¹⁶



Die genannten Schlüsseltechnologien stecken in den meisten Sektoren noch in der Entwicklungsphase. Ein erster Blick auf deren Verbreitung kann jedoch Hinweise bringen, ob die Schweiz künftig in der Lage sein wird, die Potenziale der digitalen Wende zu nutzen.

Internet der Dinge

Das exponentielle Wachstum der Datengenerierung wurde anfänglich durch die mobilen Breitbandverbindungen und das Aufkommen mobiler Geräte (deren Anwendungen direkt und indirekt

¹⁵ Ein Pro-Kopf-Ansatz bei diesem Indikator – wie bei den Indikatoren zu den wissenschaftlichen Publikationen im Bereich IKT und KI – würde die dominierende Stellung gewisser Länder (vor allem Chinas) relativieren und jene der Schweiz verbessern.

¹⁶ OECD (2015): Data-Driven Innovation. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

zahlreiche Daten erfassen) angestossen. Heute verstärken Technologien des Internets der Dinge (IoT-Technologien) die Datendurchdringung der physischen Welt (datafication) zusätzlich. Herstellungs-, Vertriebs- und Verwaltungsverfahren profitieren von diesen in Echtzeit erhobenen Daten, um die Funktionsweise eines Systems anzupassen und abzustimmen, die Entscheidungsfindung zu verfeinern beziehungsweise zu verbessern und teilweise ganz zu automatisieren. Beispielsweise in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Energie, Umwelt, Verkehr oder Landwirtschaft dürfte diese Technologie verbreitet zur Anwendung kommen. Das Internet der Dinge stützt sich auf drei technologische Hauptbestandteile: Erstens braucht es Sensoren, mit denen die gewünschte Information erfasst wird (z.B. Temperaturschwankungen in einem Lagerraum, der Wasserpegel in einem Bassin usw.). Zweite Voraussetzung ist ein sogenannter RFID-Chip, mit dem die Identität des vernetzten Gegenstandes erkannt wird. Drittens braucht es ein System, das die Kommunikation zwischen den Geräten ermöglicht (in die Maschinen integrierte SIM-Karten).

RFID-Chips

Vergleichbare OECD-Daten zur Nutzung der Kommunikation von Maschine zu Maschine (M2M) schliessen die Schweiz nicht ein. Jedoch kann die Verbreitung des RFID-Chips (Radio Frequency Identification) in der Privatwirtschaft teilweise erfasst werden.

RFID-Chips

Der RFID-Chip ist ein Bestandteil des Internets der Dinge. Es handelt es sich um eine Technologie, mit der Informationen per Radiowellen kontaktlos übermittelt werden können. Die Sensoren, welche die physischen Informationen sammeln, sind mit einem RFID-Chip ausgestattet. Dieser Chip ermöglicht es, den Gegenstand auf dem der Sensor angebracht ist, eindeutig zu identifizieren und zu lokalisieren. Zudem speichert er auch die Metadaten (konstante Grundeigenschaften) des Gegenstandes. So lässt sich beispielsweise eine Kiste in einem Container identifizieren und lokalisieren. Weiter können ausgehend von den Metadaten Veränderungen wie beispielsweise Temperaturschwankungen oder örtliche Verschiebungen erfasst werden.

Die RFID-Chips erhöhen die Transparenz und gewährleisten die Rückverfolgbarkeit. Auf internationaler Ebene wird die RFID-Technologie in vielen Sektoren nicht ausgeschöpft. In der Schweiz verwenden 5,7% der Unternehmen mit mindestens zehn Mitarbeitenden diese Technologie (Abbildung B 12.10). In Korea machen 41,8% der Unternehmen davon Gebrauch, in Finnland sind es 20,9% und in Österreich 18,3%. Die Schweiz liegt damit auf dem letzten Rang der Vergleichsländer, 0,1 Prozentpunkte hinter dem Vereinigten Königreich und Japan.

Cloud Computing

Diese Technologie ermöglicht den Unternehmen, über das Internet Zugang zu massgeschneiderten Informatikdienstleistungen zu haben. Die Unternehmen erhöhen dadurch ihre IT-Kapazitäten. Die Dienstleistungsanbieter bieten drei Arten von Leistungen an: Anwendungen (Software as a Service), Entwicklungs- und Organisationsumgebungen (Platform as a Service) sowie Rechenleistung und Datenspeicherkapazitäten (Infrastructure as a Service).¹⁷ Cloud-Lösungen sind besonders attraktiv für KMU, die ihre Informatikkosten damit flexibel gestalten können. In der Schweiz nehmen 34,7% der grossen Unternehmen (250 und mehr Mitarbeitende), 28,3% der mittleren Unternehmen (20 bis 249 Mitarbeitende) und 22,2% der kleinen Unternehmen Cloud Computing in Anspruch. Insgesamt nutzen 23,4% aller Schweizer Unternehmen Cloud Computing. Dieser Wert liegt 33,5 Prozentpunkte tiefer als für Finnland, 24,8 Prozentpunkte tiefer als für Schweden und 21,2 Prozentpunkte tiefer als für Japan (Abbildung B 12.10). Gründe für diese vergleichsweise geringe Nutzung von Cloud-Lösungen sind offene Fragen in Bezug auf die Vertraulichkeit und die Sicherheit (ebenfalls häufig diskutiert bei Anwendungen in Zusammenhang mit dem Internet der Dinge), fehlende Verwendungsstandards und die Gefahr für das Unternehmen, sich «einzuschliessen» (locked-in), das heisst in eine Situation zu geraten, in der die auf der Plattform eines Cloud-Anbieters entwickelte Anwendung in einer anderen Umgebung nicht verwendet werden kann.

Big Data

Durch die Analyse riesiger Datenmengen (Big Data analytics) können aus ursprünglich unstrukturierten Daten statistische Informationen erfasst und daraus Wissen gebildet werden. Dies erfolgt, indem Trends und Korrelationen erfasst, Hypothesen getestet oder Zusammenhänge untersucht werden. Letztlich liefern solche Analysen Anhaltspunkte, wenn es darum geht, empirisch begründete Entscheidungen zu fällen. Entsprechende Techniken haben sich in den Unternehmen vor allem deshalb verbreitet, weil damit Kosten der Datenspeicherung und -bearbeitung eingespart werden können, insbesondere dank dem Cloud Computing. Für die Schweiz wurden zwar in dem Bereich noch keine Statistiken erhoben, ein Blick auf die Daten der Vergleichsländer zeigt aber, dass Techniken zur Analyse von Big Data im Privatsektor noch relativ selten eingesetzt werden. Führend sind die Niederlande mit einem Anteil von 19,1% der Unternehmen, die Big Data nutzen. Dahinter folgen das Vereinigte Königreich (15,4%) und Finnland (14,8%). Deutschland und Korea stehen am Ende der Rangliste (5,7% bzw. 3,6%) (Abbildung B 12.10).

Künstliche Intelligenz

Die künstliche Intelligenz (KI) beschreibt neue Funktionsweisen von Maschinen, die ähnliche kognitive Funktionen wie jene des Menschen übernehmen können (lernen, verstehen, urteilen, interagieren). Somit beschränkt sich die Entscheidungsfindung nicht mehr auf den Menschen. Denn dieser stösst bei der Verwaltung und

¹⁷ Diese Leistungen der Cloud sind nicht zu verwechseln mit den internetbasierten Dienstleistungen (internet based services) wie soziale Netzwerke, E-Commerce, E-Government oder E-Health-Leistungen.

Analyse sehr grosser Informationsmengen und bei gleichzeitiger Erledigung mehrerer Arbeiten an seine Grenzen. Der Durchbruch der KI wurde möglich dank der Verknüpfung des Internets der Dinge, Cloud Computing, Big Data und der Erhöhung der Rechenkraft mit anderen technologischen Fortschritten in Anwendungsgebieten wie Biologie, Medizin, Finanzwesen oder Industrieproduktion.

Einen potenziell grossen Einfluss auf die Arbeitsproduktivität hat die Verwendung intelligenter Anwendungen, die in der Lage sind, aus früheren Situationen zu lernen und die Ergebnisse dieser Situationen anderen Geräten und Nutzerinnen und Nutzern weiterzugeben. Mittels einer Auswertung der Daten (Data Mining oder Knowledge Discovery in Data) deckt der KI-Algorithmus allfällige Trends (patterns) und Korrelationen auf, indem er eine bestimmte Situation mit früheren Simulationen oder Szenarios vergleicht. Dadurch können Entscheidungen automatisch zum Zeitpunkt der Datenerhebung durch den mit dieser Anwendung ausgestatteten Roboter getroffen werden. Dies trägt zur Verbesserung der Produktionsprozesse bei, da dieser Vorgang bei zu grossen Datenmengen nicht vom Menschen übernommen werden kann.

Machine Learning (Teilbereich der KI) ist in Webservices wie beispielsweise Suchmaschinen, in Anwendungen zur Spracherkennung und -assistenz, zur Gesichtserkennung oder Übersetzung bereits sehr verbreitet. Die Fertigungsindustrie, die Automobilbranche und das Gesundheitswesen lassen sich allmählich darauf ein. Besonders vielversprechend sind Anwendungen im Gesundheitsbereich, bei denen Algorithmen, die aus direkten Patientendaten (physiologische Daten, pathologische Merkmale, Behandlungsvorgeschichte, soziale Umgebung usw.) gespeisen werden, über statistische Analysen rasch die geeignetsten Behandlungen ermitteln beziehungsweise diese verbessern können.

Die Nutzung der Daten und Analysen hat indessen auch ihre Grenzen. Gewisse Anwendungen können verzerrte Resultate hervorbringen, die wiederum zu falschen Entscheidungen führen können. Fragen zur Zuordnung von Zuständigkeiten, zu negativen Externalitäten, Auswirkungen für Dritte, Datenschutz, Ethik usw. sind zu klären. Die Risiken in Zusammenhang mit dieser vollständig automatisierten Entscheidungsfindung und die Rolle der menschlichen Intervention in diesem Verfahren müssen zwingend geprüft werden. Das Gleiche gilt für Risiken in Bezug auf die Qualität gewisser verwendeter Daten und deren Handhabung, unerwartete Veränderungen der Erhebungsumgebung oder die Transparenz der verwendeten Algorithmen.

Obwohl noch kaum Daten zur Bedeutung der künstlichen Intelligenz in den einzelnen Volkswirtschaften vorliegen, können mit einem Blick auf die Outputs der F&E – die Patente – die Fortschritte der im Bereich der künstlichen Intelligenz tätigen Unternehmen auf internationaler Ebene verglichen werden. Japan, Korea und die USA sind hier führend mit 27,9%, 17,5% beziehungsweise 17,2% aller Patentanmeldungen (Abbildung B 12.11). Die Schweiz liegt mit 0,4% auf dem elften Platz.

12.4 Eine Herausforderung für die Bildung

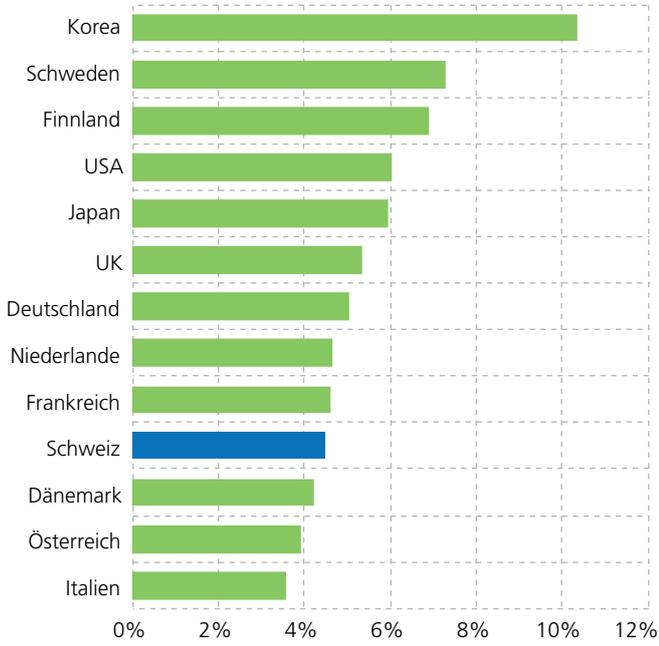
Der aktuell hohe Anteil an IKT-Spezialistinnen und -Spezialisten an der gesamten Erwerbsbevölkerung der Schweiz (Abbildung B 12.3) ist hauptsächlich auf das starke Wachstum der Ausbildungskapazitäten seit Ende der 1990er-Jahre zurückzuführen. Eine Hauptrolle bei der Zunahme der ausgebildeten Personen im IKT-Bereich spielt die berufliche Grundbildung. Seit 2009 betrug die Wachstumsrate der in diesem Bereich ausgestellten eidgenössischen Fähigkeitszeugnisse durchschnittlich 8,3% pro Jahr. 2016 entfielen 2448 eidgenössische Fähigkeitszeugnisse auf den IKT-Bereich, gegenüber 1495 im Jahr 2009 (+63,7%). Darüber hinaus ist die Anzahl IKT-Abschlüsse auch an den Fachhochschulen (+60,7% seit 2009) und an den Universitäten und ETH (+21,6% seit 2009) gestiegen. In der höheren Berufsbildung ist die Wachstumsrate tiefer, mit +11,5% aber ebenfalls im positiven Bereich. Im Jahr 2016 wurden in allen oben genannten Ausbildungstypen insgesamt 5696 Abschlüsse im IKT-Bereich ausgestellt, 43% mehr als 2009 (Abbildung B 12.12).

In Anbetracht der nötigen Pluridisziplinarität bei der Entwicklung der IKT ist es sinnvoll, nicht nur die Tertiärschlüsse des IKT-Bereichs¹⁸ im engeren Sinne, sondern auch jene in den Naturwissenschaften (einschliesslich Bereiche Mathematik und Statistik) und im Ingenieurwesen (einschliesslich Bereiche Fertigung und Baugewerbe) zu erfassen. Deutschland steht hier deutlich an der Spitze der Rangliste mit 36,8% Absolventinnen und Absolventen der Tertiärstufe in diesen MINT-Fächern¹⁹, während die Werte der restlichen Länder unter 30% liegen (Abbildung B 12.13). Die Schweiz befindet sich mit 24,5% knapp über dem Durchschnitt der OECD-Länder (23%). Die USA (17,4%) und die Niederlande (15,1%) stehen am Ende der Rangliste. Festzustellen ist überdies, dass die Schweiz mit 23% den kleinsten Frauenanteil in diesen Fächern aufweist. Im Vereinigten Königreich ist er mit 38% am höchsten.

¹⁸ Quelle: International Standard Classification of Education. Für die anderen Bildungsstufen sind keine Daten verfügbar, die einen zuverlässigen internationalen Vergleich ermöglichen würden.

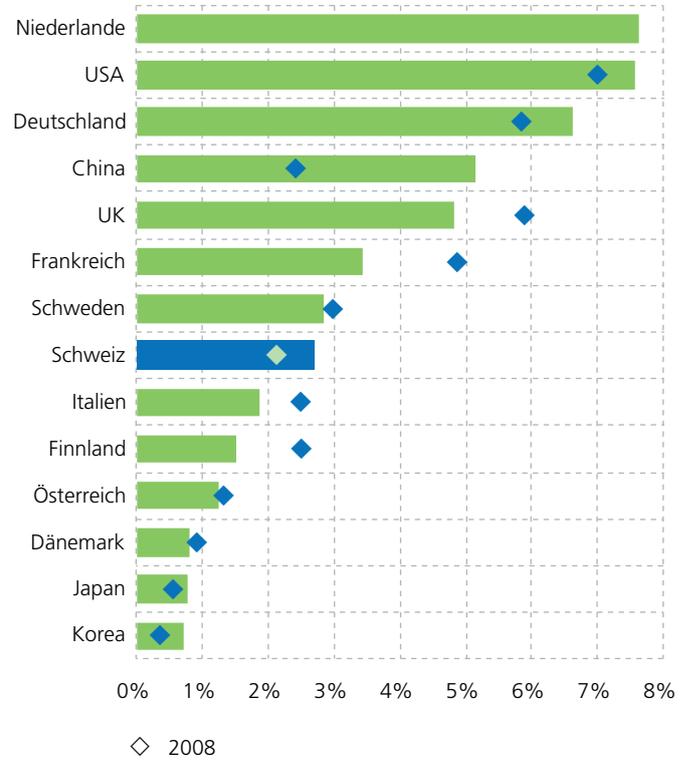
¹⁹ Oder im Englischen «STEM» für Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen, Mathematik.

Abbildung B 12.1: Wertschöpfung des IKT-Sektors in Prozent der Gesamtwertschöpfung zu laufenden Preisen, 2015



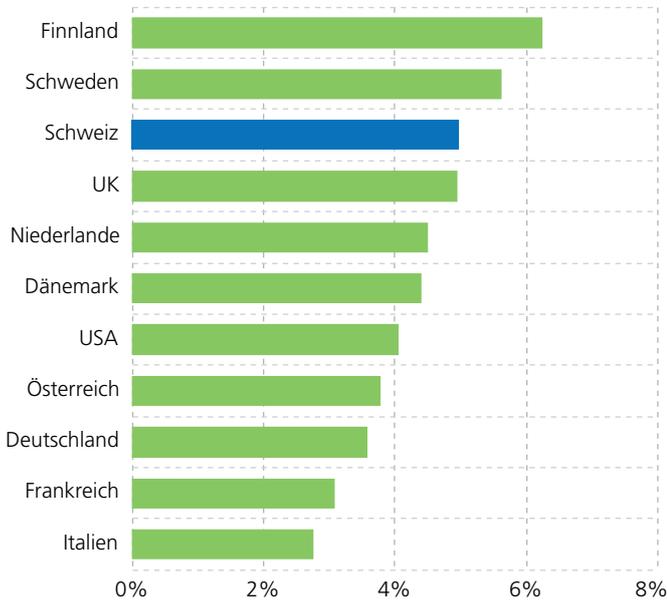
Ausnahmen zum Referenzjahr 2015: Korea: 2013; Deutschland, Schweiz: 2014
Keine Daten verfügbar: China
Quelle: OECD

Abbildung B 12.2: Wichtigste Exporteure von IKT-Dienstleistungen in Prozent sämtlicher Exporte weltweit, 2016



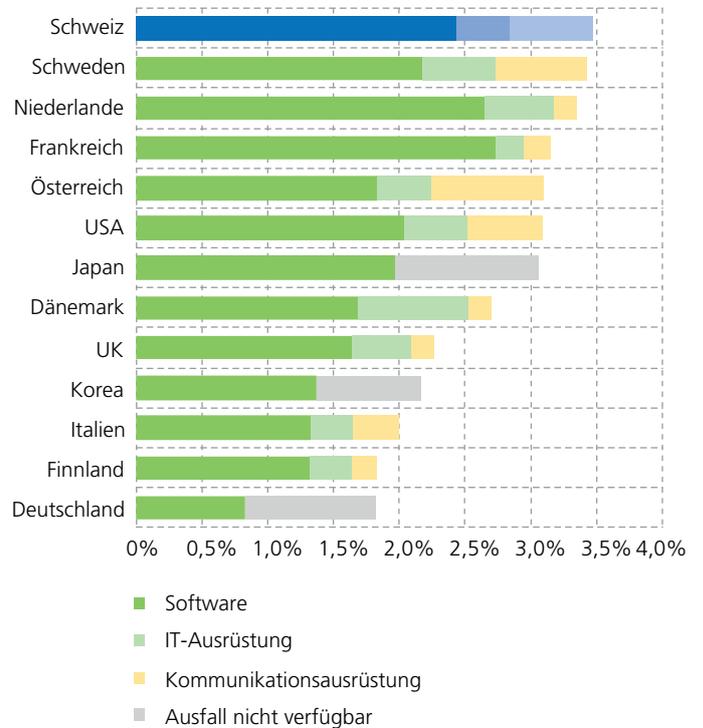
Keine Daten 2008 verfügbar: Niederlande
Quelle: OECD

Abbildung B 12.3: Anteil der IKT-Spezialisten in Prozent der Gesamtbeschäftigung, 2016



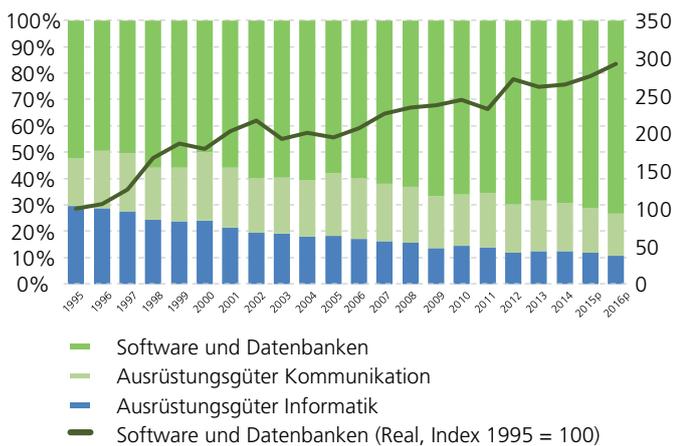
Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, China
Quelle: BFS

Abbildung B 12.5: Investitionen im IKT-Bereich in Prozent des BIP, nach Sachanlagen, 2015



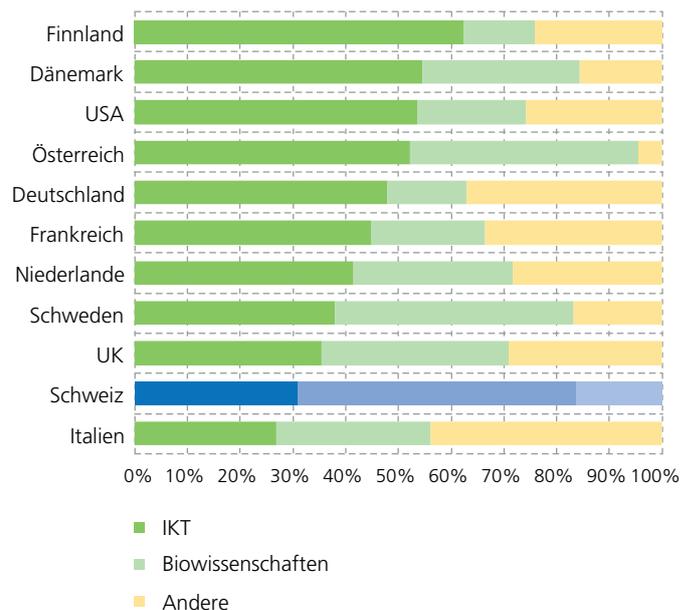
Keine Daten verfügbar: China
Quelle: OECD

Abbildung B 12.4: IKT-Investitionen in der Schweiz, Entwicklung 1995–2016



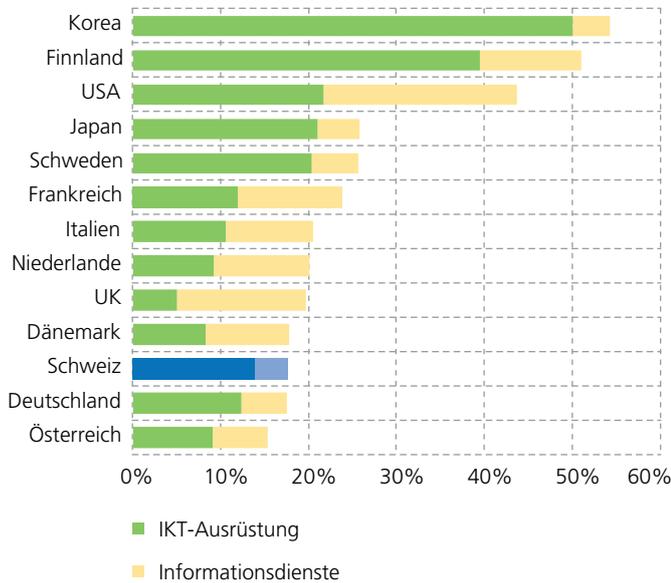
Hauptachse: in Prozent der Gesamtinvestitionen im IKT-Bereich
Nebenachse: Entwicklung der Investitionen in Software und Datenbanken zu konstanten Preisen, Index 1995=100
Die Werte für die Jahre 2015 und 2016 sind provisorisch
Quelle: BFS

Abbildung B 12.6: Risikokapitalinvestitionen nach Sektor in Prozent sämtlicher Risikokapitalinvestitionen, 2016



Keine Daten verfügbar: Japan, Korea, China
Quelle: OECD

Abbildung B 12.7: F&E-Aufwendungen der IKT-Ausrüstungs- und Dienstleistungsindustrien in Prozent der gesamten F&E-Ausgaben der Unternehmen, 2015



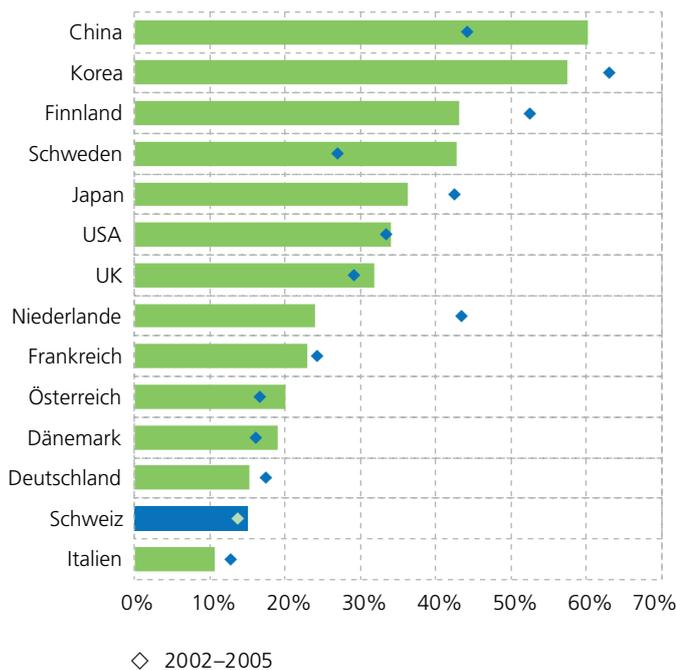
Ausnahmen zum Referenzjahr 2015: Österreich, Frankreich, Schweden: 2013; Dänemark, Finnland, Italien, Niederlande, UK, USA: 2014
Keine Daten verfügbar: China
Quelle: OECD

Abbildung B 12.9: Anteil der IKT-Publikationen, 2011–2015

	in %	Wachstumsraten seit 2007–2011 in %
China	21,0	+166
USA	15,3	-2
Korea	8,0	+29
Japan	4,4	-22
UK	3,3	+34
Frankreich	3,3	+20
Italien	2,8	+26
Deutschland	2,5	+12
Schweden	0,9	+68
Finnland	0,8	+52
Niederlande	0,7	+9
Schweiz	0,7	+35
Österreich	0,4	+40
Dänemark	0,3	+16

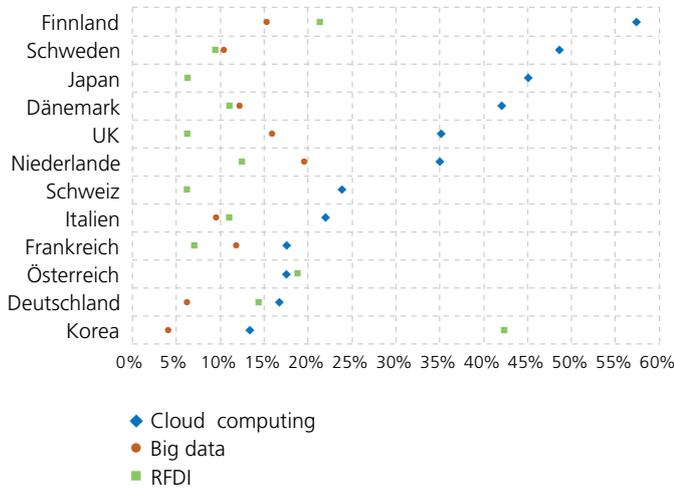
In Prozent der gesamten weltweiten IKT-Publikationen
Klasse: Information Technology & Communications Systems
Quelle: Clarivate

Abbildung B 12.8: IKT-Patente in Prozent sämtlicher Patente eines Landes, 2012–2015



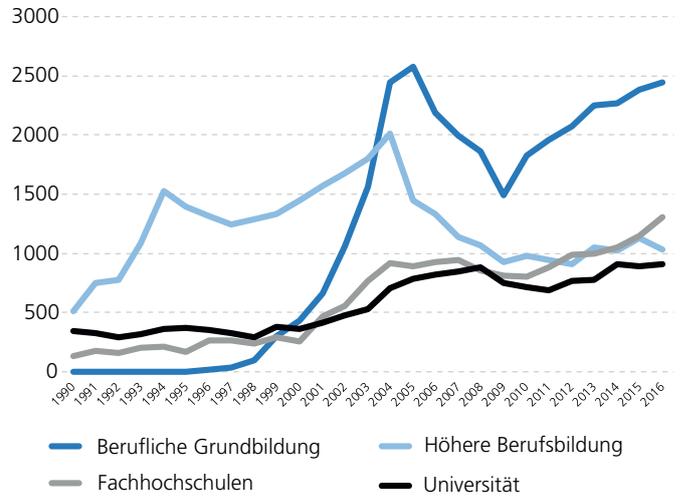
Quelle: OECD

Abbildung B 12.10: Verbreitung der neuesten IKT-Technologien in Unternehmen, 2016



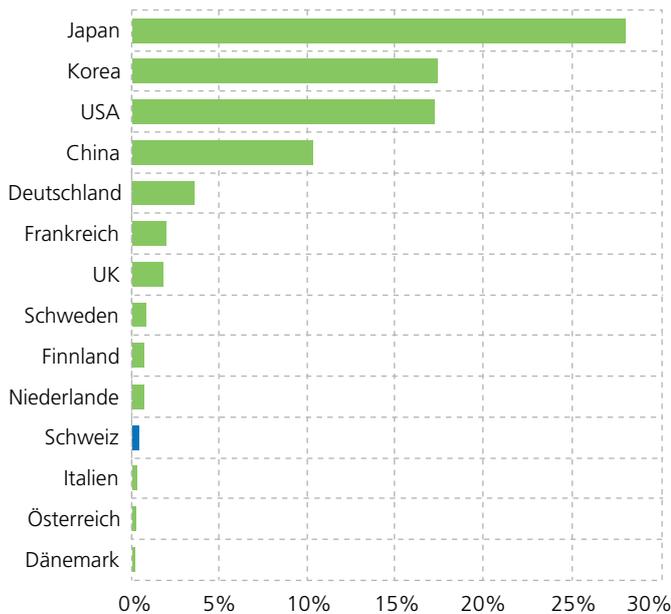
In Prozent der Unternehmen mit mindestens zehn Beschäftigten
 Für die Schweiz beziehen sich die Daten auf Unternehmen mit fünf oder mehr Beschäftigten statt auf zehn oder mehr
 Ausnahmen zum Referenzjahr 2016: Japan, Korea, Schweiz: 2015
 Keine Daten verfügbar: USA, China
 Quelle: OECD

Abbildung B 12.12: Entwicklung der Anzahl IKT-Abschlüsse in der Schweiz, nach Ausbildungstyp, 1990–2016



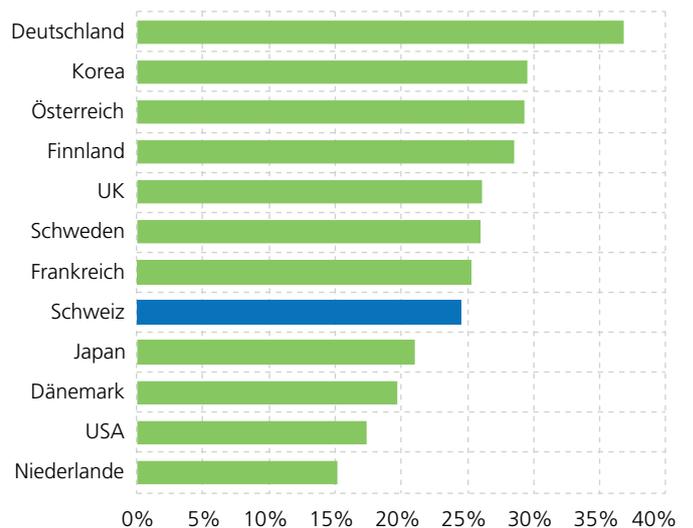
Quelle: BFS

Abbildung B 12.11: Patente im Bereich KI in Prozent der in diesem Bereich weltweit eingereichten Patente, 2010–2015



Quelle: OECD

Abbildung B 12.13: Hochschulabsolventinnen/-absolventen in Naturwissenschaften, Ingenieurwesen und IKT in Prozent sämtlicher Hochschulabsolventinnen/-absolventen, 2015



Keine Daten verfügbar: Italien, China
 Quelle: OECD

13 Die Schweiz im globalen Vergleich führender Innovationsregionen²⁰

Dieses Kapitel vergleicht die Innovationsleistung der Schweiz mit ausgewählten führenden «Innovationsregionen» aus Nordamerika, Ostasien und Europa (Abbildung B 13.0). Um die internationale Stellung der Schweiz in Forschung und Innovation zu beurteilen, ist ein Vergleich auf Staatsebene aufgrund der unterschiedlichen Grösse und Struktur der einzelnen Volkswirtschaften nur begrenzt aussagekräftig. Denn bei Forschung und Innovation handelt es sich um Aktivitäten, die häufig auf relativ wenige Standortregionen innerhalb eines Landes konzentriert sind. Deshalb ist insbesondere für eine kleine und hochspezialisierte Volkswirtschaft wie die Schweiz ein Vergleich mit Regionen, die stark auf Forschung und Innovation ausgerichtet sind, aufschlussreich.

Im Gegensatz zur Ausgabe 2016 des vorliegenden Berichtes wird nun eine grössere Zahl von Regionen ausserhalb Europas einbezogen. Es werden sechs nordamerikanische Regionen, neun ostasiatische Regionen sowie dieselben fünf europäischen Regionen wie im Vorgängerbericht betrachtet.

Die Position der Schweiz wird anhand von vier Indikatorenbereichen untersucht. Diese entsprechen im Wesentlichen den in den vorangegangenen Kapiteln verwendeten Indikatoren:²¹

- (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.

²⁰Das Kapitel wurde von C. Rammer und M. Trunschke vom Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim (D), verfasst. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse und methodische Hinweise finden sich in C. Rammer, M. Trunschke (2018): Forschung und Innovation: Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen. Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation. Bern: SBFI.

²¹Aufgrund der Verwendung von unterschiedlichen Quellen können die an dieser Stelle erwähnten Ergebnisse von den in den vorangehenden Kapiteln erwähnten Resultaten abweichen.

Abbildung B 13.0: Vergleichsregionen



Quelle: SBFI

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 BIP lag 2015 bei 3,37%. Nur Korea und Israel wiesen eine höhere F&E-Quote auf (siehe auch Kapitel 4.1).

Vergleicht man die Schweiz dagegen mit den hier gewählten 20 Innovationsregionen, so liegt sie lediglich an elfter Stelle (Abbildung B 13.1). Die mit Abstand höchste F&E-Quote weist die Bay Area in den USA auf (9,9%), gefolgt von den Grossräumen Tokio, Seoul, Seattle und Daejeon. Deutlich höhere F&E-Aufwendungen in Bezug zur Wirtschaftsleistung als die Schweiz zeigen ausserdem Baden-Württemberg und der Grossraum Boston. Vor der Schweiz liegen ausserdem die koreanische Region Busan-Daegu, die chinesische Grossstadtregion Shanghai und der Grossraum Osaka in Japan. Hinter der Schweiz liegen die meisten der betrachteten europäischen Regionen, die drei chinesischen und die beiden kanadischen Regionen sowie 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 koreanischen und die Shanghais um 70% über dem chinesischen Durchschnittswert. Auch in Europa setzen sich einige Innovationsregionen deutlich vom Landesdurchschnitt ab. So weist Baden-Württemberg eine um 70% über dem deutschen Durchschnittswert 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 2,4% deutlich ab.

In Bezug auf den BIP-Anteil der F&E-Aufwendungen in der Wissenschaft (Hochschulen und Staat) liegt die Schweiz mit einem Wert von 0,93% in der oberen Hälfte der Vergleichsregionen. Die koreanische Region Daejeon weist mit 2,36% den mit Abstand höchsten Wert auf. Merkwürdig vor der Schweiz befinden sich ausserdem Tokio, Shanghai und die Bay Area. Im Grossraum Boston und in den beiden kanadischen Provinzen sind die F&E-Aufwendungen der Wissenschaft gemessen am regionalen BIP ebenfalls höher als in der Schweiz.

Die gesamte F&E-Quote der Schweiz hat sich im Zeitraum 2008 bis 2015 sehr dynamisch entwickelt. Sie stieg um 0,66%-Punkte, wobei sowohl die Wirtschaft (+0,40%-Punkte) als auch die Wissenschaft (+0,25%-Punkte) ihre F&E-Aufwendungen im Vergleich zum Wirtschaftswachstum überproportional gesteigert haben. Im Vergleich der Innovationsregionen ist diese Dynamik als hoch zu bewerten. Eine erheblich raschere Erhöhung der F&E-Quote als die Schweiz weist nur der Grossraum Seoul auf, hier betrug die Steigerung 1,7%-Punkte. Ein etwas stärkerer Zuwachs der F&E-Quote als in der Schweiz ist noch in der Bay Area (+1,0%-Punkte), in Baden-Württemberg (+0,77) und in Shanghai (+0,75) zu beobachten.

13.2 Wissenschaftliche Publikationen

Ein Mass für den Output von Forschungsaktivitäten in der Wissenschaft ist die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in internationalen Fachzeitschriften (siehe auch Kapitel 7). Da viele Publikationen von mehreren Autorinnen und Autoren verfasst werden, die in unterschiedlichen Regionen tätig sein können, wird jede Publikation allen Regionen zugeordnet, in denen Autorinnen und Autoren lokalisiert sind (whole counting), d.h. Publikationen werden in der Regel mehrfach gezählt. Nach dieser Zählweise liegt die Schweiz mit 4,8 Publikationen pro Jahr je 1000 Einwohnerinnen und Einwohnern an der Spitze der europäischen Regionen und auch vor allen ostasiatischen Regionen. Gegenüber der führenden US-amerikanischen Region Boston ist der Abstand allerdings beträchtlich. Auch die Bay Area weist einen mehr als doppelt so hohen Wert wie die Schweiz auf.

Setzt man die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in Bezug zur Anzahl der Forschenden in der Wissenschaft (wobei Forschende, die in Teilzeit arbeiten oder nur einen Teil ihrer Arbeitszeit mit F&E befasst sind, anteilig gezählt sind), so erreicht die Schweiz eine Publikationsintensität von 2,2 Publikationen pro Jahr und Forschenden. Dies ist der zweithöchste Wert im europäischen Vergleich hinter Lombardei und Piemont (2,3) (Abbildung B 13.2). Allerdings liegen drei US-amerikanische Regionen (New York, Boston, Bay Area) vor der Schweiz, wobei der Abstand zu New York (3,8) und Boston (3,5) erheblich ist. Hohe Werte von über 1,8 Publikationen je Forschenden erreichen ausserdem Ontario, Seattle, Bayern und Quebec. Die ostasiatischen Regionen weisen (mit Ausnahme Seouls) dagegen erheblich niedrigere Publikationsintensitäten auf. In Europa liegen nicht nur die beiden deutschen Regionen deutlich hinter der Schweiz, sondern auch die Grossräume Paris und London (wobei der Grossraum London auch Cambridge und Oxford einschliesst).

Neben der Anzahl der Publikationen ist auch deren Qualität ein wichtiger Massstab zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Wissenschaft. Sie kann über die Anzahl der Zitate je Publikation und die feldspezifische Zittrate (die Unterschiede in der Zitrierhäufigkeit zwischen Disziplinen berücksichtigt) gemessen werden. Hier nimmt die Schweiz eine Spitzenposition ein. Mit 5 Zitaten je Publikationen in den ersten drei Jahren nach Erscheinen einer

Publikation erreicht die Schweiz den dritthöchsten Wert unter den betrachteten Innovationsregionen. An den ersten beiden Stellen liegen Boston und die Bay Area. Die feldspezifische Zitatrate der Schweiz wird ebenfalls nur von diesen beiden Regionen sowie Seattle und dem Grossraum London übertroffen.

13.3 Patentanmeldungen

Die Anzahl der Patentanmeldungen ist ein Outputindikator für anwendungsorientierte F&E, wie sie vor allem in Unternehmen betrieben wird. Als Vergleichszahl werden die Anmeldungen an internationalen Patentämtern (Europäisches Patentamt und über das sogenannte 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 im nationalen oder in 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 Heimatmarkt aufweisen wie die USA oder China. Wegen des Zeitverzugs zwischen dem Zeitpunkt einer Erfindung und der Veröffentlichung einer internationalen Patentanmeldung können nur Anmeldungen bis zum Jahr 2014 in den Vergleich einbezogen werden.

Die Schweiz lag mit einer Patentintensität (Patentanmeldungen pro Jahr im Zeitraum 2008–2014) von 0,76 je 1000 Einwohnerinnen und Einwohner knapp hinter dem Grossraum Tokio (0,80) und vor allen anderen Innovationsregionen (Abbildung B 13.3). Ein Grund für die hohe Patentintensität der Schweiz besteht unter anderem darin, dass sie beispielsweise im Pharmabereich, wo Patente üblich sind, stark ist.

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. Hier liegt die Schweiz an erster Stelle, gefolgt von Bayern, Paris, Osaka und Seoul. Die chinesische Region Guangdong und Ontario in Kanada erreichen ebenfalls eine hohe Anzahl von Patentanmeldungen je F&E-Aufwendungen der Unternehmen. Der Grossraum Tokio sowie die US-amerikanischen Regionen schneiden bei diesem Indikator wesentlich schlechter ab. Ein wesentlicher Grund für diese unterschiedliche Reihenfolge liegt zum einen in dem je nach Branche sehr unterschiedlichen Aufwand, der notwendig ist, um eine patentierbare Erfindung hervorzubringen. Hinzu kommt, dass im Bereich Software und IT-Dienste die F&E-Ergebnisse nur sehr eingeschränkt patentierbar sind. 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 Vergleich der Jahre 2008 und 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 und Piemont, London). Eine 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 (EPO-Anmeldung) anstreben.

13.4 Innovationsaktivitäten der Unternehmen

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 Einschränkungen 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 lag im Jahr 2014 bei 42% und ist höher als in jeder der Vergleichsregionen (Abbildung B 13.4).²² Die beiden deutschen Regionen erreichen annähernd das Schweizer Niveau.

Unter den aussereuropäischen Regionen weist Ontario den höchsten Wert auf (36%), relativ hohe Produktinnovatorenquoten sind ausserdem in Quebec und Zhejiang zu beobachten. Deren Werte entsprechen in etwa denen der anderen europäischen Regionen. In den japanischen und koreanischen 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 Korea ist die Innovationsneigung von kleinen und mittleren Unternehmen traditionell niedrig.

Beim Anteil der Unternehmen, die Prozessinnovationen eingeführt haben, erreicht die Schweiz dagegen nicht die Spitzenposition. Hier liegt Ontario vor Baden-Württemberg und Quebec. Eine ähnliche oder leicht höhere Prozessinnovatorenquote im Vergleich

²² Die hier präsentierten Werte beziehen sich auf den im CIS erfassten Unternehmenssektor, d.h. auf Unternehmen mit zehn 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).

zur Schweiz zeigen die Lombardei und das Piemont, der Grossraum Paris sowie Zhejiang. 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, über andere Strategien ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Dazu zählt zum Beispiel ein Fokus auf die Einführung von Marktneuheiten, da diese Alleinstellungsmerkmale im Markt und somit einen gewissen Preissetzungsspielraum versprechen. Mit einem Anteil von 14% der Unternehmen, die im Jahr 2014 Marktneuheiten eingeführt haben, liegt die Schweiz bei diesem Indikator nur hinter dem Grossraum Paris und Baden-Württemberg zurück.

Eine andere Strategie ist der Fokus auf Innovationen, die auf eigenen technologischen Entwicklungen beruhen, da auch diese eine stärkere Abgrenzung von Wettbewerbern erlauben. Ein Indikator hierfür ist der Anteil der Unternehmen mit internen F&E-Aktivitäten. Im Jahr 2014 wiesen 26% der Schweizer Unternehmen solche Aktivitäten auf, 17% betrieben dabei F&E auf einer kontinuierlichen Basis. Diese Werte sind etwas niedriger als in Baden-Württemberg und im Grossraum Paris und entsprechen den Werten Bayerns. In den koreanischen Regionen Seoul und Daejeon betreibt ein höherer Anteil der Unternehmen kontinuierlich F&E. In den chinesischen Regionen Jiangsu und Zhejiang entspricht der Anteil intern forschender Unternehmen dem der Schweiz. Nur in den japanischen Regionen ist eine F&E-basierte Innovationsstrategie unter den Unternehmen deutlich seltener anzutreffen.

Ein weiterer Indikator ist die Durchführung von F&E-Kooperationen mit Dritten. 9% 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 berichten die chinesischen Regionen Jiangsu und Zhejiang mit 28%, Anteilswerte von 15% und mehr sind ausserdem in den beiden anderen chinesischen sowie in den kanadischen und japanischen Regionen und im Grossraum London zu finden. Betrachtet man nur Kooperationen mit der Wissenschaft (Hochschulen oder Forschungsinstitute), so ist der Rückstand in der Kooperationsneigung der Schweizer Unternehmen geringer. 5% weisen Hochschulkooperationen auf. Den Spitzenwert zeigen hier Baden-Württemberg und Jiangsu mit 9%.

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, weil sich die Nachfrage tendenziell in Richtung von Gütern und Dienstleistungen aus diesen Sektoren verschiebt. Zum anderen spielen

Forschung und Innovation hier eine ganz besondere Rolle, und erfolgreiche Innovationen versprechen besonders hohe Gewinne an Wettbewerbsfähigkeit. Die forschungsintensive Industrie umfasst zum einen Hochtechnologiebranchen, die durch sehr hohen F&E-Aufwendungen je Wertschöpfung gekennzeichnet sind, sowie Mitteltechnologiebranchen, mit überdurchschnittlichen F&E-Aufwendungen je Wertschöpfung.²³ 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 Jahr 2015 etwas mehr als 22% der Beschäftigten in forschungs- und wissensintensiven Branchen (ohne öffentliche / gemeinnützige Dienstleistungen) tätig. Dieser Anteil ist tiefer als in den anderen europäischen Innovationsregionen und liegt auch unter dem Wert der Bay Area und des Grossraums Seattle (Abbildung B 13.5). Die beiden japanischen Regionen dürften ebenfalls höhere Vergleichswerte aufweisen, wenn der Bereich der Finanzdienste eingerechnet würde, zu dem aber keine Beschäftigungsangaben vorliegen. Einen niedrigeren Beschäftigungsanteil forschungs- und wissensintensiver Branchen zeigen die kanadischen und die koreanischen Regionen.

Der Beschäftigungsanteil der Hochtechnologie liegt in der Schweiz mit 2,5% auf dem Niveau der beiden deutschen Regionen, jedoch niedriger als in den Grossräumen Osaka, Seattle, Tokio, Daejeon und Seoul. Dort sind es insbesondere die Herstellung von IKT-Hardware sowie (im Fall Seattles) der Luft- und Raumfahrzeugbau, die für hohe Werte sorgen. In der Mitteltechnologie, die insbesondere den Automobilbau, den Maschinenbau und die Chemieindustrie umfasst, liegen Baden-Württemberg, Bayern und Busan-Daegu mit Beschäftigungsanteilen von über 10% voran. Erheblich höhere Werte als die Schweiz (3,1%) weisen ausserdem die beiden japanischen Regionen sowie die italienische Region Lombardei und Piemont auf.

In den wissensintensiven Dienstleistungen i.e.S. (IT-Dienste, Finanzdienste, Beratungs- und technische Dienste, Mediendienstleistungen) ist der Beschäftigungsanteil in der Schweiz mit 16,7% höher als in den meisten Vergleichsregionen. Lediglich die Grossräume Paris, London, Boston und New York sowie die stark auf die IT-Dienste spezialisierten Regionen Bay Area und Seattle weisen einen höheren Beschäftigungsanteil auf.

Zwischen 2008 und 2015 nahm der Beschäftigungsanteil der forschungs- und wissensintensiven Branchen in der Schweiz nur geringfügig um 0,1%-Punkte zu. Dabei stand einem Rückgang in der Hoch- und Mitteltechnologie eine Zunahme in den wissensintensiven Dienstleistungen i.e.S. gegenüber. In einigen anderen Innovationsregionen kam es zu einer stärkeren Strukturverschie-

²³ Nach OECD-Definition entspricht dies den «high R&D intensity industries» und den «medium-high R&D intensity industries», vgl. F. Galindo-Rueda, F. Verger: OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity, OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2016/04, OECD Publishing, Paris, 2016.

bung in Richtung forschungs- und wissensintensive Branchen, dies insbesondere in der Bay Area (+2,5%-Punkte), in Bayern (+1,4%-Punkte) sowie in Lombardei / Piemont und Ontario (jeweils +1,1%-Punkte). In den koreanischen Regionen dürfte es ebenfalls deutliche Anteilsgewinne dieser Branchen gegeben haben, wenngleich das Fehlen von Vergleichszahlen für die Hoch- und Mitteltechnologie einen exakten Ausweis verhindert. In den Grossräumen Paris, Boston und New York zeigt sich aktuell dagegen keine Entwicklung hin zu forschungs- und wissensintensiven Branchen.

Die Besonderheiten des Regionenvergleichs

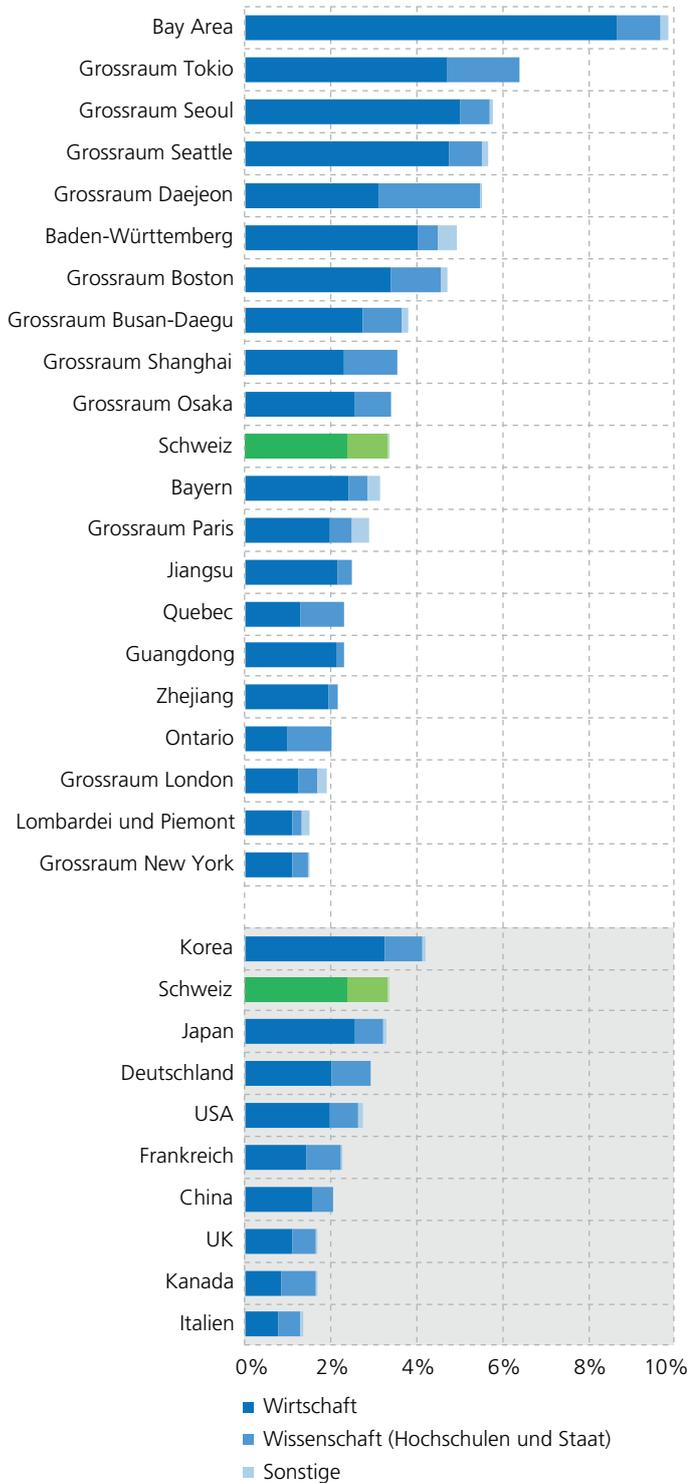
Bei der Interpretation des Vergleichs von Innovationsregionen innerhalb grosser Staaten mit einem einzelnen Staat wie der Schweiz sind einige Punkte zu beachten. So kann eine einzelne Region – selbst von der Grösse der Schweiz – sich innerhalb eines grossen Staates auf wenige besonders innovationsorientierte 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, zum Beispiel wenn der Heimatmarkt 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 als Innovationsregionen grosser Staaten abschneidet.

Allerdings profitieren Innovationsregionen innerhalb von grösseren Staaten genau von dieser Staatsgrösse, da sie aus einem grossen gesamtstaatlichen Pool von Talenten und Ideen schöpfen und die insgesamt vorhandenen innovativen Ressourcen der Staaten zu einem bedeutenden Anteil anziehen können. Dies gilt nicht nur für hoch qualifizierte Personen, sondern auch für andere knappe Güter wie zum Beispiel Risikokapital.

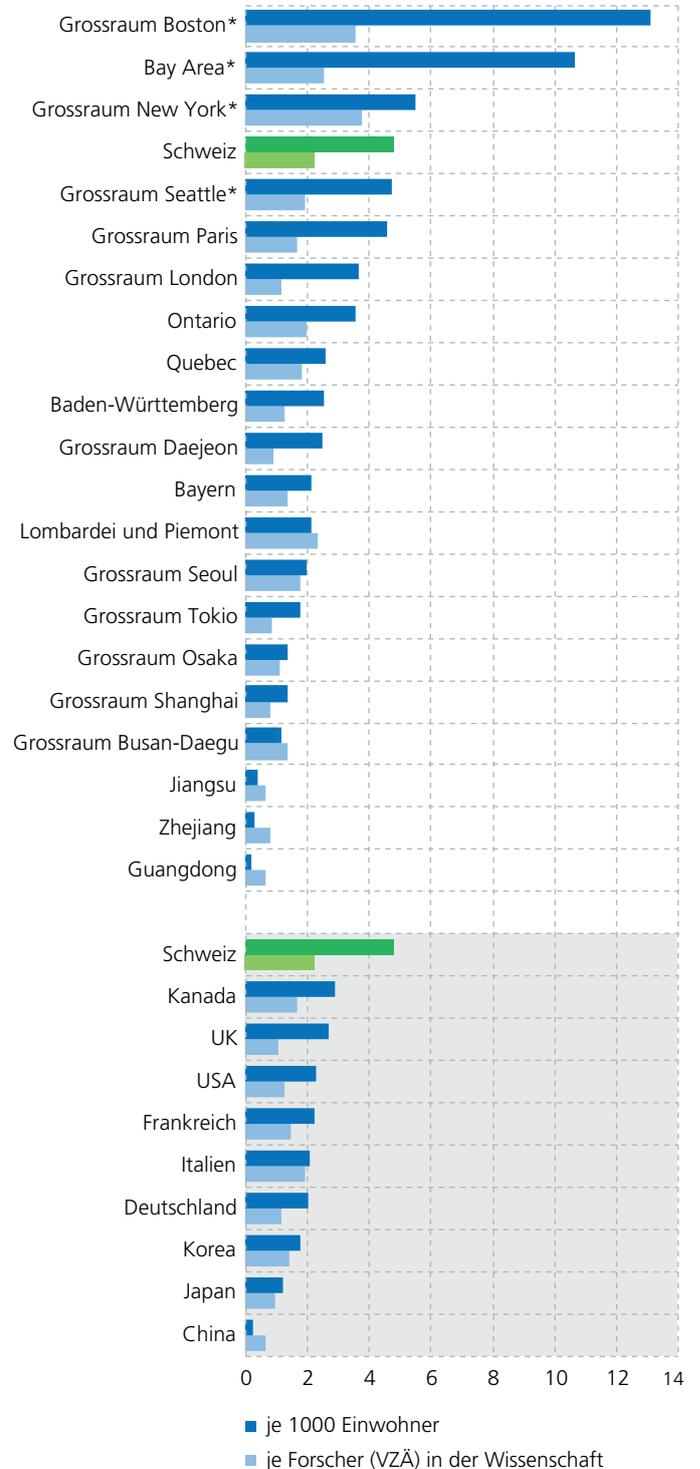
Für die Schweiz bedeutet dies, dass sie diesen Nachteil im Wettbewerb mit den Innovationsregionen der grossen Staaten durch eine entsprechende Offenheit ausgleichen muss. Dies gelang in der Vergangenheit auch erfolgreich, wie die hohe internationale Orientierung der Schweizer Wirtschaft und der hohe Anteil internationaler Forscher an den Schweizer Universitäten zeigt. Um die Innovationsleistung der Schweiz zu sichern, ist diese Offenheit unverzichtbar.

Abbildung B 13.1: F&E-Aufwendungen ausgewählter Regionen in % des BIP, 2015



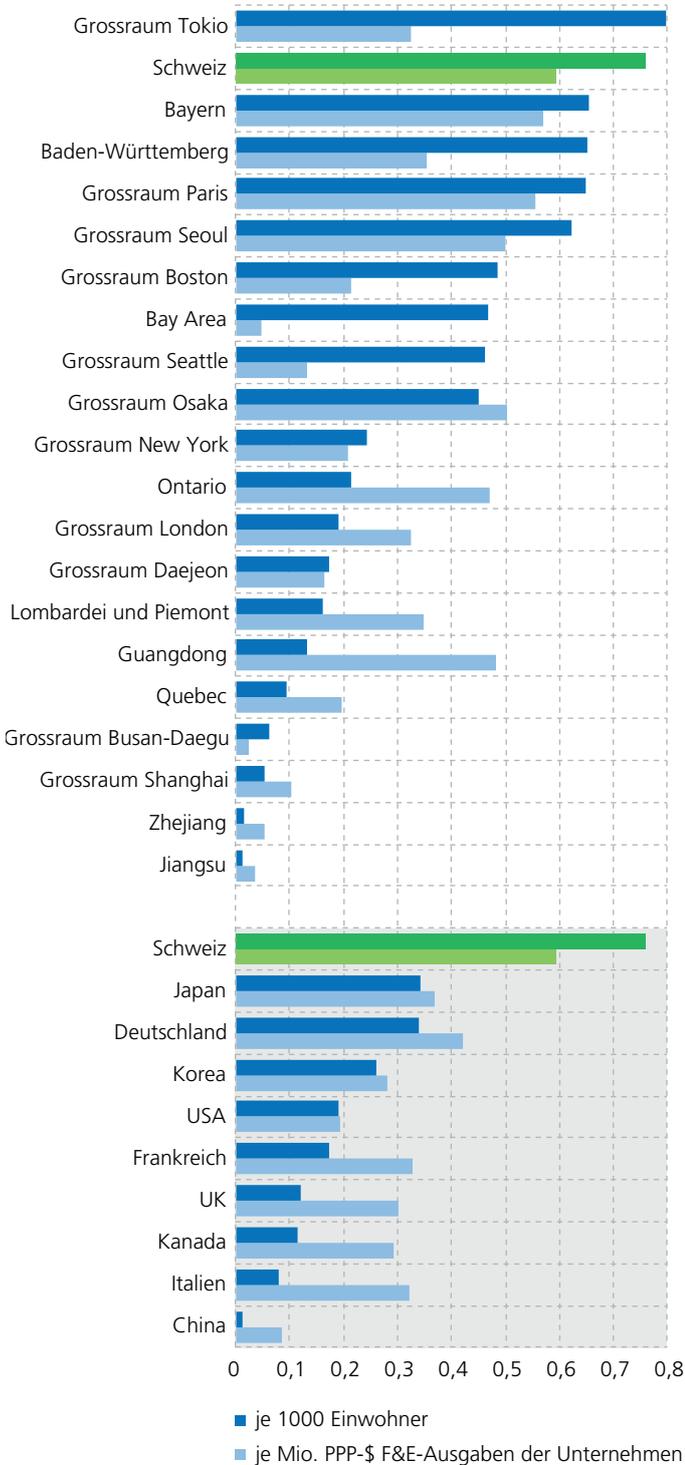
«Sonstige»: gemeinnützige private Organisationen, die F&E betreiben.
Quelle: OECD; Eurostat; NSF. Berechnungen des ZEW.

Abbildung B 13.2: Anzahl wissenschaftlicher Publikationen je 1000 Einwohner und je Forscher in der Wissenschaft im Mittel der Jahre 2009–2016 in ausgewählten Regionen



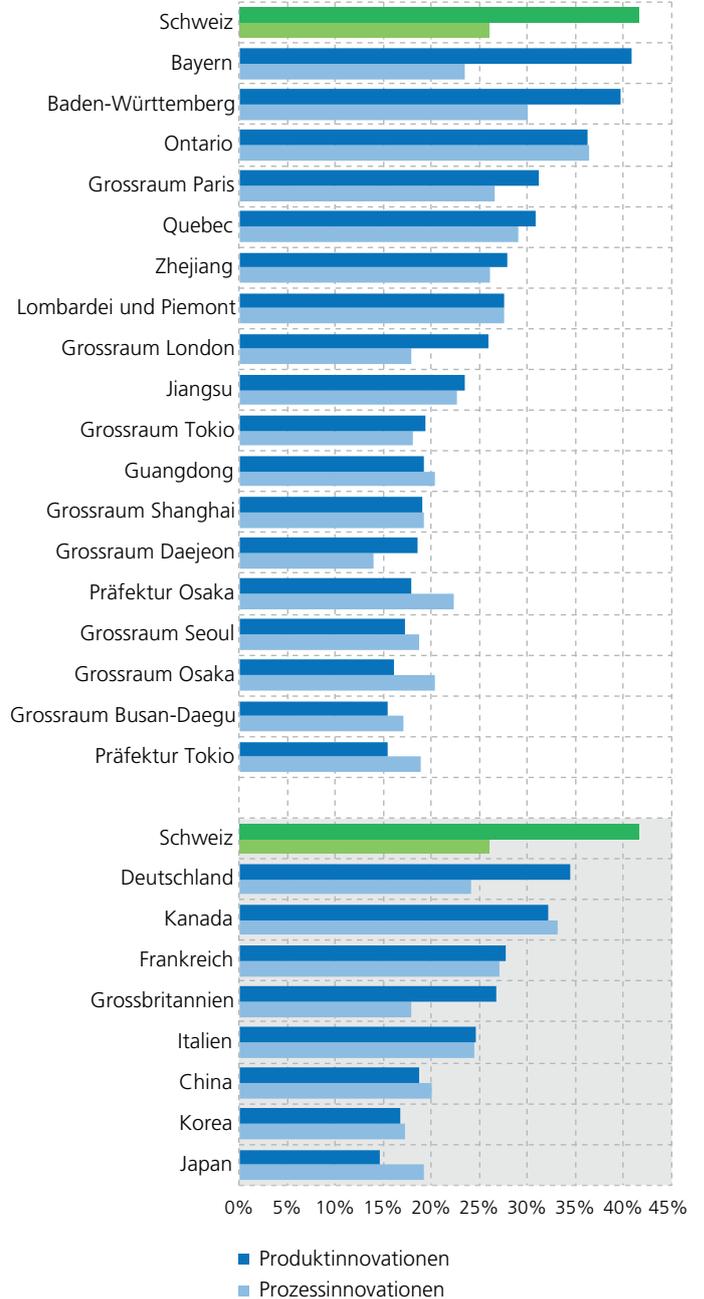
* Anzahl Forscher in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) für die US-Regionen geschätzt.
Quelle: WoS. Berechnungen des Fraunhofer-ISI und des ZEW.

Abbildung B 13.3: Patentintensität in ausgewählten Regionen (Mittel der Jahre 2008–2014)



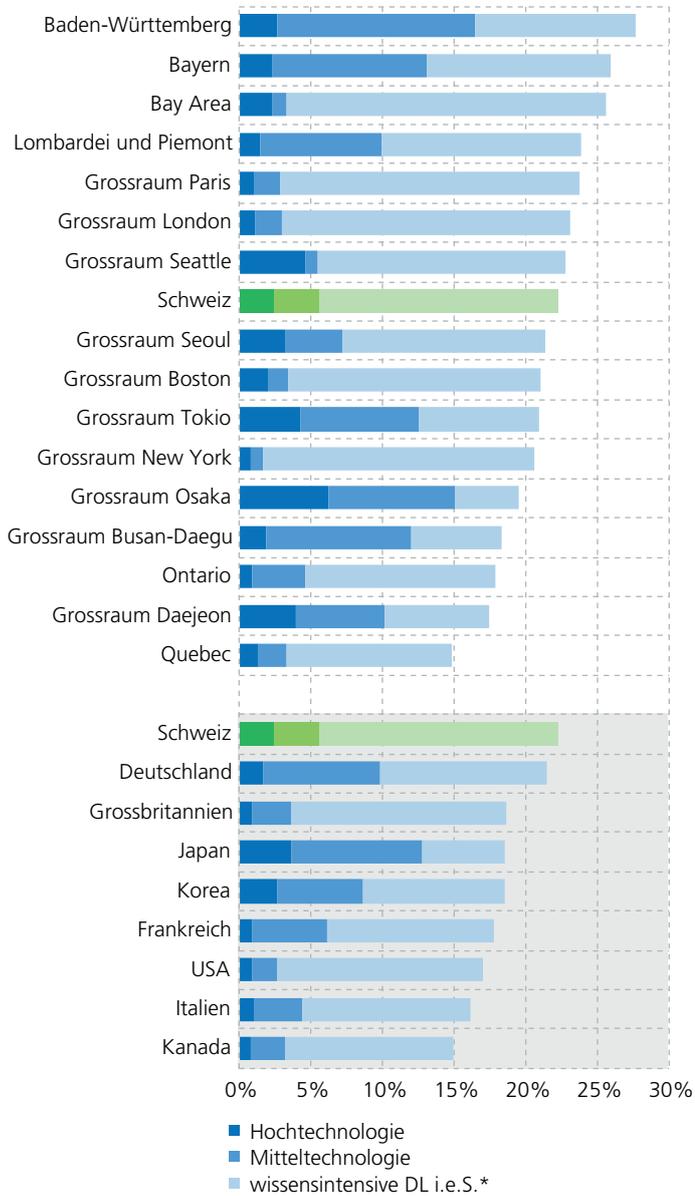
Quelle: Patstat. Berechnungen des ZEW.

Abbildung B 13.4: Produkt- und Prozessinnovatorenquote in ausgewählten Regionen 2014



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
Quelle: Eurostat, DBEIS, ISTAT, INSEE, NBSC, NISTEP, STATCAN, STEPI, ZEW.
Berechnungen des ZEW

Abbildung B 13.5: Anteil an der Gesamtbeschäftigung in % der wissensintensiven Branchen in ausgewählten Regionen, 2015



* Information und Kommunikation, Finanzdienste, freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienste
 Quelle: Eurostat, STATCAN, Statistics Japan, NISTEP, Statistics Korea, U.S. Census Bureau. – Berechnungen des ZEW.

