

TEIL B: DIE SCHWEIZER FORSCHUNG UND INNOVATION IM INTERNATIONALEN VERGLEICH



Das Institut für biomedizinische Forschung in Bellinzona, das Istituto di Ricerca in Biomedicina (IRB), ist zusammen mit dem Krebsinstitut Istituto Oncologico di Ricerca (IOR) seit 2021 in einem neuen Gebäude und unter einem neuen organisatorischen Dach (BIOS) vereint. So können die beiden Institute Synergien noch besser nutzen und ihre Zusammenarbeit intensivieren. Der Bund beteiligte sich zusammen mit dem Kanton im Rahmen des Hochschulförderungs- und -koordinationsgesetzes an der Finanzierung des Neubaus. Die Leistungen in Forschung und Lehre unterstützt der Bund nach Artikel 15 des Forschungs- und Innovationsförderungsgesetzes (als Forschungseinrichtungen von nationaler Bedeutung). Mit modernsten Instrumenten und Methoden arbeiten die Forschenden an Projekten unter anderem in den Bereichen Immunologie und Krebsforschung. Bild: Oliver Oettli

Inhalt

Einleitung	57	9 Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen in Europa	97
1 Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation	59	9.1 F&E-Aufwendungen	97
1.1 Politische Stabilität	59	9.2 Wissenschaftliche Publikationen	98
1.2 Qualität von Infrastruktur und Logistik	59	9.3 Patentanmeldungen	99
1.3 Qualität staatlicher Institutionen	59	9.4 Innovationsaktivitäten der Unternehmen	100
1.4 Digitale Wettbewerbsfähigkeit	59	9.5 Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Aktivitäten	101
1.5 Steuerbelastung der Unternehmen	60	9.6 Fazit	102
1.6 Flexibilität des Arbeitsmarkts	60		
2 Bildung und Qualifikationen	63		
2.1 Kompetenzen der Jugendlichen in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen	63		
2.2 Personen mit einem Abschluss auf Tertiärstufe	63		
2.3 Internationalisierung der Tertiärstufe	64		
3 Personal im Bereich Forschung und Innovation	68		
3.1 Personen, die in Wissenschaft und Technologie tätig sind	68		
3.2 Forschungs- und Entwicklungspersonal	68		
3.3 Frauen in der Forschung	69		
4 Finanzierung und Durchführung von Forschung und Entwicklung	72		
4.1 Finanzierung von Forschung und Entwicklung	72		
4.2 Durchführung von Forschung und Entwicklung	72		
4.3 Zugang zu Risikokapital	73		
5 Beteiligung an den EU-Rahmenprogrammen für Forschung und Innovation mit Fokus auf Horizon 2020	76		
5.1 Entwicklung der Schweizer Beteiligungen sowie der Beiträge an F&I-Akteure in der Schweiz	76		
5.2 Horizon 2020	76		
6 Wissenschaftliche Publikationen	81		
6.1 Umfang der Publikationen	81		
6.2 Impact der Publikationen	81		
6.3 Internationale Vernetzung	81		
7 Patente	85		
7.1 Nationale und internationale Patente	85		
7.2 Internationale Zusammenarbeit	85		
7.3 Patente in IKT- und Umwelt-Technologien	86		
8 Innovationsaktivitäten der Unternehmen	90		
8.1 Neugründungen von Unternehmen	90		
8.2 Unternehmen mit Produktinnovationen	90		
8.3 Umsatzanteil mit Produktinnovationen am Gesamtumsatz der Unternehmen mit Produkt- innovationen	90		
8.4 Unternehmens- und Marktneuheiten	91		
8.5 Exkurs: Wissens- und Technologietransfer	92		

Einleitung

Dieser Teil untersucht die internationale Stellung der Schweiz im Bereich Forschung und Innovation. Zu diesem Zweck werden 52 Indikatoren in einem Ländervergleich sowie 17 Indikatoren in einem Regionenvergleich dargestellt und beschrieben.

Erläuterungen zur Länder-, Regionen- und Indikatorenauswahl

Ländervergleich

Für die Berichte 2016 und 2020 wurden die Länder und die Indikatoren für den Ländervergleich in Zusammenarbeit mit Expertengruppen aus Wissenschaft, Privatwirtschaft und Verwaltung bestimmt. Die Länder- und Indikatorenauswahl im Bericht 2022 basiert auf der Auswahl für den Bericht 2020. Aufgrund des Zwischenberichtscharakters wurden weniger Länder und Indikatoren in den Vergleich einbezogen als im Bericht 2020. Kriterien bei der Reduktion der Indikatoren waren Datenverfügbarkeit, internationale Vergleichbarkeit sowie eine ausgewogene Gewichtung der Themen.

Regionenvergleich

Wie in den bisherigen F&I-Berichten (2016 und 2020 sowie Aktualisierung 2018) wurde das Kapitel zum Regionenvergleich vom Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim (D) verfasst. In der Aktualisierung 2018 und im F&I-Bericht 2020 wurden europäische und aussereuropäische Regionen in den Vergleich einbezogen. Aufgrund der komplexen Datenbeschaffung und weil sich an den 2020er-Befunden nur wenig geändert haben dürfte, erfolgt der Vergleich im vorliegenden Bericht ausschliesslich mit europäischen Innovationsregionen. Diese werden aber mit 17 Indikatoren eingehender untersucht als die im Bericht 2020 miteinander verglichenen.

Der Vergleich mit europäischen Regionen erlaubt keine Aussagen zur globalen Positionierung der Schweiz im Wettbewerb der innovativsten Regionen. Dennoch ist er sinnvoll. Denn die Schweiz steht mit anderen europäischen Innovationsregionen, von denen mehrere unmittelbare Nachbarn sind, in einem viel direkteren Wettbewerb (etwa um Talente oder Pilotmärkte) als beispielsweise mit US-amerikanischen oder ostasiatischen Regionen. Gleichzeitig stellen die europäischen Innovationsregionen wichtige Partner in Wissenschaft, Forschung und Innovation für die Schweiz dar. Eine Analyse der Stärken und Schwächen dieser Regionen ist daher auch für die Beurteilung der Innovationsfähigkeit der Schweiz von Bedeutung.

Ländervergleich

Um die internationale Stellung der Schweiz im Bereich Forschung und Innovation zu untersuchen, wurden zwölf Vergleichsländer¹ bestimmt:

- Asien: China, Singapur, Südkorea
- Europa: Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich (Nachbarländer der Schweiz), Niederlande, Schweden, Vereinigtes Königreich, Israel
- Nordamerika: USA

Diese Länder wurden ausgewählt, da 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.

Weiter werden – sofern die entsprechenden Daten verfügbar sind – die Durchschnitte² der Länder der Europäischen Union (EU-27)³ und der Mitgliedsländer der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)⁴ dargestellt.

Kapitel 1 bis 8 vergleichen die Schweiz mit den oben genannten Ländern anhand von acht Indikatorenbereichen:

- (1) Rahmenbedingungen
- (2) Bildung und Qualifikationen
- (3) Personal
- (4) Finanzierung und Durchführung
- (5) Beteiligung an den EU-Rahmenprogrammen für Forschung und Innovation
- (6) Wissenschaftliche Publikationen
- (7) Patente
- (8) Innovationsaktivitäten der Unternehmen

² Bei den EU-27- und den OECD-Durchschnitten handelt es sich je nach Indikator teils um gewichtete und teils um ungewichtete Durchschnitte.

³ Die EU-27 Mitgliedstaaten sind: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, die Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, die Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechien, Ungarn, Zypern.

⁴ Zu den 36 OECD-Mitgliedstaaten gehören: Australien, Chile, Island, Israel, Japan, Kanada, Mexiko, Neuseeland, Norwegen, Südkorea, die Schweiz, Türkei, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten sowie 22 EU-Mitgliedstaaten (EU-27 ohne Bulgarien, Kroatien, Malta, Rumänien und Zypern).

¹ In den nachfolgenden Kapiteln werden die Begriffe «Vergleichsländer» und «Referenzländer» synonym verwendet.

Vergleich mit Innovationsregionen

Der Regionenvergleich ergänzt den Ländervergleich, der aufgrund der unterschiedlichen Grösse und Struktur von Staaten oft nur begrenzt aussagekräftig ist. Gerade für ein relativ kleines Land wie die Schweiz, die sich aufgrund begrenzter Ressourcen immer wieder auf bestimmte Innovationsfelder⁵ konzentriert, ist der Vergleich mit anderen Regionen, die eine ähnliche Ressourcenausstattung aufweisen und sich im Innovationsbereich ebenfalls spezialisieren, besonders interessant.

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

Kapitel 9 vergleicht die Schweiz mit den folgenden sechs europäischen Innovationsregionen:

- Deutschland: Baden-Württemberg, Bayern
- Frankreich: Île-de-France (Grossraum Paris), Rhône-Alpes
- Italien: Lombardei-Piemont
- Vereinigtes Königreich: Grossraum London

Ergänzend zu den Vergleichsregionen werden auch Werte für die jeweiligen Länder insgesamt (also für Deutschland, Frankreich, Vereinigtes Königreich und Italien) ausgewiesen. Dadurch kann die Leistungsfähigkeit der Regionen in den nationalen Kontext gestellt werden.

Das Kapitel untersucht die Position der Schweiz anhand der folgenden vier Indikatorenbereiche:

- (1) Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Wirtschaft und Wissenschaft
- (2) Direkte Ergebnisse von Forschung und Entwicklung in Form von Patenten und wissenschaftlichen Publikationen
- (3) Innovationsaktivitäten der Unternehmen
- (4) Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Aktivitäten

Die Indikatoren und ihre Grenzen

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

- Die Auswirkungen von Forschung und Innovation können nur mittel- oder langfristig erfasst werden.
- Die Indikatoren sind grundsätzlich statisch und erfassen die Komplexität der nationalen F&I-Systeme nicht vollständig.
- Es ist schwierig, die Auswirkungen von Forschung und Innovation auf Güter zu messen, die nicht an Märkten gehandelt werden. Dies gilt insbesondere für Güter kultureller, sozialer, politischer oder umweltbezogener Art.

Abgesehen davon ermöglichen die im vorliegenden Bericht verwendeten Indikatoren⁶ die Bestandsaufnahme der Leistungsfähigkeit der Schweizer Forschung und Innovation.

⁵ Dazu gehören unter anderem Chemie, Pharma, Maschinenbau, Life Sciences und Medizin. Siehe insbesondere Kapitel B 9.2 und B 9.3.

⁶ Die wichtigsten Quellen der Indikatoren sind: Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Eurostat, Web of Science (WoS), Bundesamt für Statistik (BFS), Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich (KOF) sowie verschiedene Scoreboards (z.B. Global Innovation Index).

1 Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation

Gute Rahmenbedingungen sind eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg eines Landes in Forschung und Innovation. Zu den diesbezüglichen Indikatoren zählen unter anderem politische Stabilität, qualitativ hochstehende öffentliche Infrastrukturen und Dienstleistungen, Cybersicherheit, die Steuerbelastung der Unternehmen sowie die Flexibilität des Arbeitsmarktes.

1.1 Politische Stabilität

Politische Stabilität, die sich unter anderem durch die Abwesenheit von gewaltsamen sozialpolitischen Konflikten, durch hohe öffentliche Sicherheit und eine stabile Regierung auszeichnet, gehört zu den zentralen Voraussetzungen einer gut funktionierenden Volkswirtschaft. Sie ist auch Voraussetzung für Kontinuität und langfristiges Wachstum der Forschungs- und Innovationstätigkeiten.

Gemäss den Daten des Global Innovation Index 2021 belegte die Schweiz bei diesem Indikator mit 89,3 von 100 möglichen Punkten hinter Singapur (100) und vor Schweden (85,7) den zweiten Platz der Vergleichsländer (Abbildung B 1.1). Auf Schweden folgten mit einem kleinen Abstand die Niederlande, Südkorea, Österreich und Deutschland. Auf den letzten Rängen lagen China (71,4) sowie Israel (69,6) und Italien (69,6).

1.2 Qualität von Infrastruktur und Logistik

Hochwertige Infrastrukturen und eine leistungsfähige Logistik sind für die reibungslose Wirtschaftstätigkeit eines Landes unabdingbar. Die Angaben zu diesem Indikator beruhen auf einer Umfrage bei international tätigen Logistikexperten. Sie wurden unter anderem befragt zur Qualität der Handels- und Transportinfrastruktur (z.B. Strassen- und Schieneninfrastruktur sowie Informationstechnologien), zur Leistungsfähigkeit der Zollabfertigung sowie zur Pünktlichkeit der Lieferungen.

Gemäss dem Global Innovation Index 2021 lag die Schweiz bei diesem Indikator mit 86,1 Punkten auf dem siebten Rang der Vergleichsländer (Abbildung B 1.2), wobei die meisten von ihnen relativ ähnlich abschnitten wie die Schweiz. Am höchsten war die Qualität von Infrastruktur und Logistik in Deutschland (100), am niedrigsten in Israel (58,5).

1.3 Qualität staatlicher Institutionen

Die Qualität der staatlichen Institutionen eines Landes wie zum Beispiel die Qualität der öffentlichen Dienstleistungen ist unter anderem wichtig, um talentierte Forschende und erstklassige Unternehmen aus der ganzen Welt zu gewinnen und zu halten.

Die Schweiz gehört zu den Ländern mit der höchsten Qualität der staatlichen Institutionen. Sie lag im Global Innovation Index 2021 mit 94 Punkten hinter Singapur (100) auf Platz zwei der Vergleichsländer (Abbildung B 1.3). Auf die Schweiz folgten mit einem kleinen Abstand Schweden (91,3) und die Niederlande (90,6). Am Ende der Rangliste standen China (62,2) und Italien (60,9).

Bei den behördlichen Online-Dienstleistungen lagen die Schweiz und Italien mit 82,9 Punkten – vor Israel (74,7) und Deutschland (73,5) – auf dem drittletzten Rang der Vergleichsländer (Abbildung B 1.4). Auf den ersten drei Rängen lagen Südkorea (100), Singapur (96,5) und das Vereinigte Königreich (95,9).

1.4 Digitale Wettbewerbsfähigkeit

Die Entwicklung und Nutzung digitaler Technologien ist ein wichtiger Faktor für die Innovationsfähigkeit eines Landes. Das World Digital Competitiveness Ranking 2022 bietet einen Ländervergleich zur digitalen Wettbewerbsfähigkeit. Es misst die Fähigkeit und die Bereitschaft, digitale Technologien zu entwickeln und in Gesellschaft und Wirtschaft anzuwenden. Die Analyse erfolgt anhand der drei Faktoren Wissen, Technologie und Zukunftsfähigkeit.¹

Die Schweiz erreichte beim genannten Ranking 2022 98,2 von 100 Punkten (Abbildung B 1.5). Sie lag damit hinter den Vergleichsländern USA (99,8), Schweden (99,8) und Singapur (99,5) auf dem vierten Rang (Abbildung B 5.1). Beim Faktor Wissen belegte die Schweiz mit 93,4 von 100 Punkten den ersten und bei den Faktoren Technologie (87,1) sowie Zukunftsfähigkeit (91,8) den fünften Platz der Vergleichsländer. Beim Faktor Wissen schnitt die Schweiz insbesondere hinsichtlich Talenten sehr gut ab. Herausforderungen zeigten sich beim Faktor Technologie beispielsweise beim Subindikator Wireless-Breitband; bei der Zukunftsfähigkeit beim Subindikator bezüglich Kapazitäten der Regierungen im Bereich Cybersicherheit.²

¹ Wissen: notwendiges Know-how, neue Technologien zu entdecken, zu verstehen und zu entwickeln; Technologie: Gesamtkontext, der die Entwicklung von digitalen Technologien ermöglicht; Zukunftsfähigkeit: Grad der Bereitschaft eines Staates, den digitalen Wandel zu nutzen.

² Dies bezieht sich beispielsweise auf Fachkräfte mit internationaler Erfahrung.

1.5 Steuerbelastung der Unternehmen

Der gewinnabhängige Gesamtbesteuerungssatz für Unternehmen ist ein massgebender Faktor in Bezug auf die finanziellen Mittel, die Unternehmen für Innovationstätigkeiten zur Verfügung stehen. Dies gilt insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, welche ihre Innovationstätigkeiten in der Regel aus dem Kapitalfluss finanzieren müssen. Ein günstiges steuerliches Umfeld ist zudem wichtig für die Gründung inländischer Unternehmen. Auch ist die Steuerbelastung mitentscheidend für die Ansiedlung international tätiger Unternehmen, welche die Wirtschaftsstruktur eines Landes stärken.

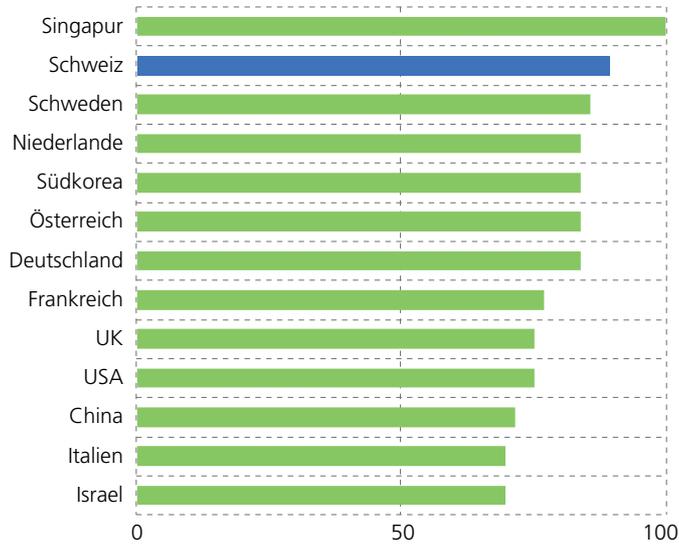
Betrachtet man die Vergleichsländer mit einem tiefen Gesamtbesteuerungssatz für Unternehmen im Verhältnis zu ihrem Gewinn, so lag die Schweiz 2020 mit einem Durchschnittssatz von 28,8% auf dem dritten Rang (Abbildung B 1.6). Singapur und Israel wendeten mit 21% und 25,3% noch tiefere Steuersätze an. In Frankreich, China und Italien waren die durchschnittlichen Steuersätze rund doppelt so hoch wie in der Schweiz.

1.6 Flexibilität des Arbeitsmarkts

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

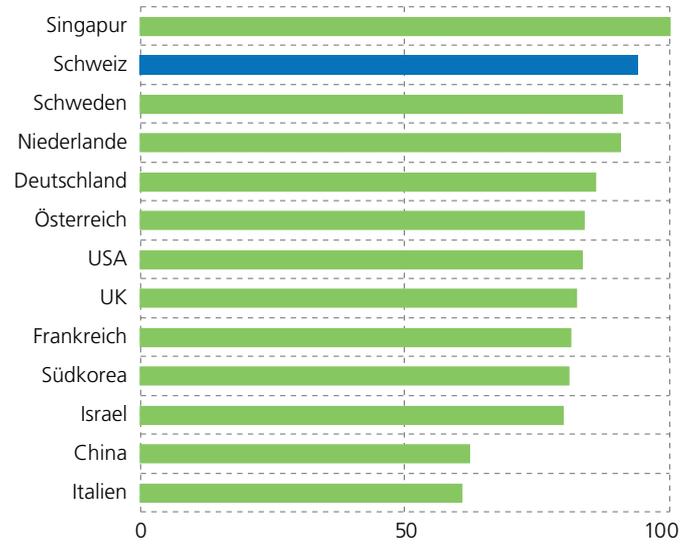
Abbildung B 1.7 zeigt einen internationalen Vergleich der Arbeitsmarktflexibilität. Die Angaben beruhen auf einer Umfrage bei Unternehmen, die unter anderem zur Anstellungs- und Kündigungspraxis sowie zur Rolle von Mindestlöhnen befragt wurden. In Bezug auf die Vergleichsländer war der Arbeitsmarkt gemäss dem World Competitiveness Yearbook 2021 in der Schweiz mit 8,1 von 10 Punkten am flexibelsten. Auf dem zweiten und dritten Rang folgten Singapur (7) und das Vereinigte Königreich (6,7). Am stärksten reglementiert war der Arbeitsmarkt in Italien (3,5), Frankreich (3,7) und Südkorea (5).

Abbildung B 1.1: Politische Stabilität, 2021



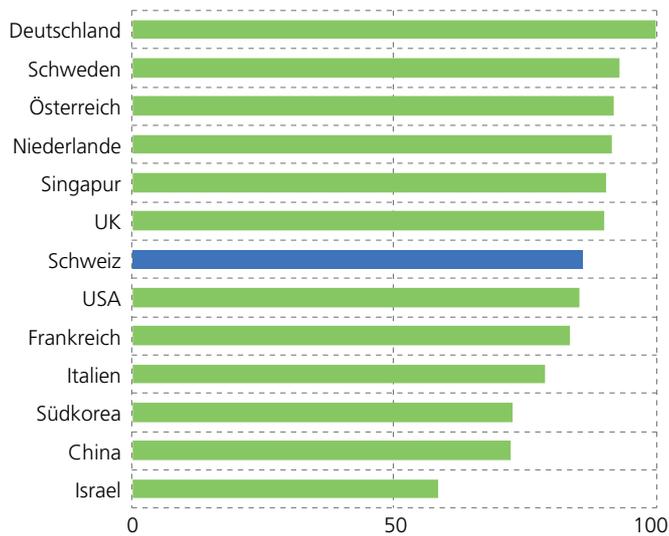
0 = hohe politische Instabilität
100 = hohe politische Stabilität
Quelle: Global Innovation Index, WIPO

Abbildung B 1.3: Qualität staatlicher Institutionen, 2021



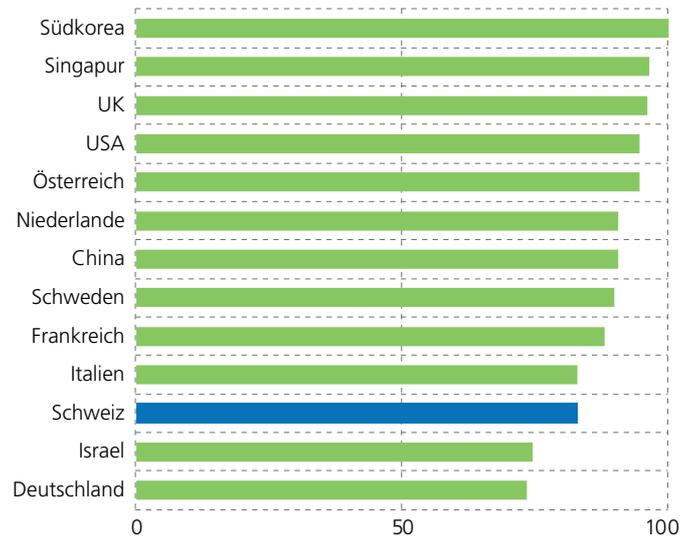
0 = sehr schlechte Qualität der öffentlichen Dienstleistungen
100 = sehr gute Qualität der öffentlichen Dienstleistungen
Quelle: Global Innovation Index, WIPO

Abbildung B 1.2: Qualität von Infrastruktur und Logistik, 2021



0 = sehr schlechte Qualität von Infrastruktur und Logistik
100 = sehr gute Qualität von Infrastruktur und Logistik
Quelle: Global Innovation Index, WIPO

Abbildung B 1.4: Behördliche Online-Dienste, 2021



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

Abbildung B 1.5: World Digital Competitiveness Ranking, 2022

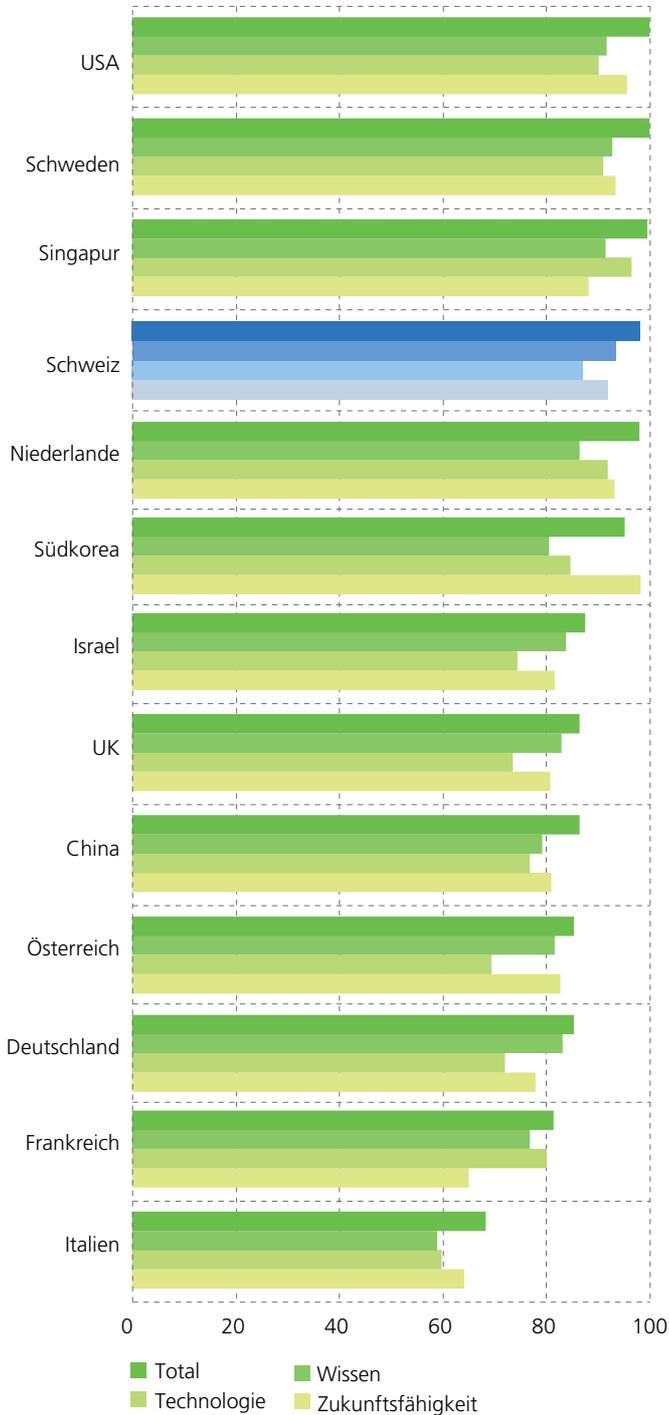
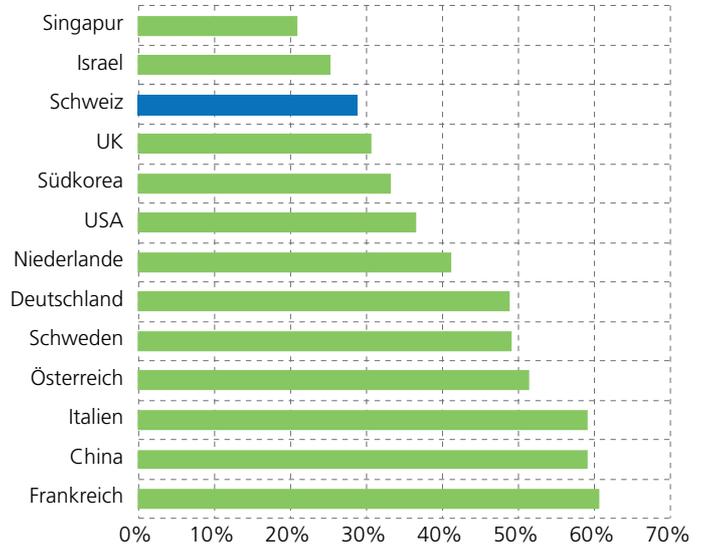
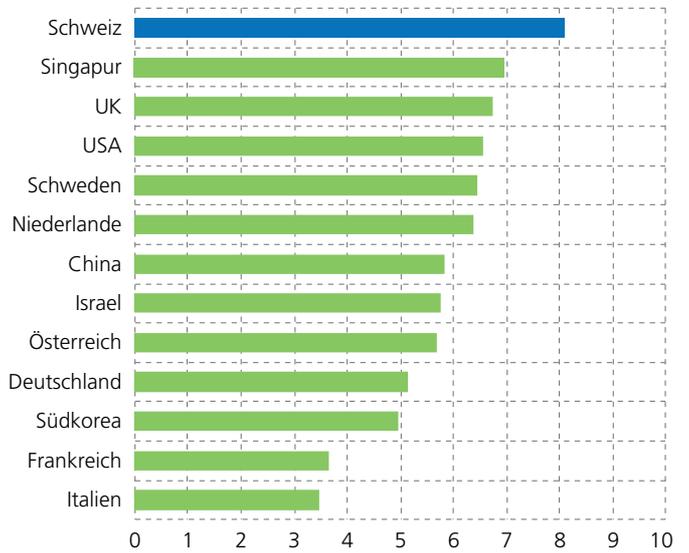


Abbildung B 1.6: Gesamtsteuersatz für Unternehmen in Prozent vom Gewinn, 2020



Quelle: Weltbank

Abbildung B 1.7: Arbeitsmarktflexibilität, 2021



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

2 Bildung und Qualifikationen

Bildung von hoher Qualität, die Anschlussfähigkeit von Bildungsgängen und die Durchlässigkeit im Bildungssystem sind eine wichtige Basis, damit der Gesellschaft und der Wirtschaft genügend hochqualifizierte Arbeitskräfte mit den benötigten Kompetenzen zur Verfügung stehen. Ein hohes Qualifikationsniveau der Bevölkerung hilft, Forschung und Innovation voranzutreiben, und begünstigt die Innovationsfähigkeit eines Landes.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Ländern, in denen allgemeinbildende und akademische Bildungsgänge im Vordergrund stehen, kommt im Schweizer Bildungssystem der betrieblich organisierten Berufsbildung eine hohe Bedeutung zu. Da für den internationalen Vergleich nicht über alle Bildungsstufen hinweg zuverlässige Indikatoren vorliegen, werden in diesem Kapitel Standardindikatoren vorgestellt, die sich hauptsächlich auf die Tertiärstufe beziehen. Angesichts der Besonderheiten des schweizerischen Bildungssystems müssen diese Indikatoren allerdings mit Vorsicht interpretiert werden. Denn für die Innovationsleistung der Schweiz spielen neben dem Hochschulbereich auch die berufliche Grundbildung (Sekundarstufe II) und die höhere Berufsbildung (Tertiärstufe) eine zentrale Rolle.¹

Eine Übersicht über das schweizerische Bildungssystem vermittelt der alle vier Jahre erscheinende nationale Bildungsbericht Schweiz, der Informationen aus Statistik, Forschung und Verwaltung über alle Bildungsstufen hinweg enthält. Er erscheint im ersten Quartal 2023 das nächste Mal.²

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

Der Erwerb von grundlegenden Kompetenzen ist zentral für den weiteren Bildungsverlauf von Jugendlichen. Mit PISA (Programme for International Student Assessment), der internationalen Vergleichsstudie der OECD, werden die Leistungen von 15-jährigen Schülerinnen und Schülern in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen gemessen und verglichen.

Gemäss den PISA-Daten 2018 wies die Schweiz im internationalen Vergleich im Bereich Mathematik mit 17% einen hohen Anteil an leistungsstarken Jugendlichen (d.h. mit Kompetenzniveau 5 oder 6)³ auf (Abbildung B 2.1). Nach Singapur, Südkorea und den Nie-

derlanden nahm die Schweiz im Vergleich mit den Referenzländern Platz vier ein. Die Schweiz lag damit statistisch signifikant höher als der Durchschnitt der OECD-Mitgliedstaaten (11%). Hingegen unterschied sich der Anteil leistungsstarker Schülerinnen und Schüler in der Schweiz in den Bereichen Naturwissenschaften und Lesen (jeweils rund 8%) nicht signifikant vom OECD-Durchschnitt.⁴ In beiden Bereichen schnitt Singapur mit über 20% deutlich am besten ab.

2.2 Personen mit einem Abschluss auf Tertiärstufe

Personen mit einem Abschluss auf Tertiärstufe bilden einen Pool hochqualifizierter Arbeitskräfte, die für die Erzeugung und Verbreitung von Kenntnissen in Bezug auf Forschung und Innovation von grosser Bedeutung sind.

In der Schweiz betrug der Anteil der 25- bis 34-Jährigen mit einem Tertiärabschluss⁵ im Jahr 2020 knapp 53%. Damit lag sie hinter Südkorea (69,8%) und dem Vereinigten Königreich (55,8%) auf dem dritten Platz der Referenzländer (Abbildung B 2.2). Sie platzierte sich knapp vor den Niederlanden (52,3%) und den Vereinigten Staaten (51,9%). Deutschland (34,9%), Italien (28,9%) und China (18%) rangierten deutlich unter dem Durchschnitt der OECD-Mitgliedstaaten (45,5%). Der Anteil der Schweizer Bevölkerung mit einem Tertiärabschluss ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen⁶ und wird gemäss BFS unabhängig vom gewählten Szenario auch in den nächsten Jahren weiter ansteigen (BFS, 2021b).

Neueintritte in MINT-Studienfächer⁷

Auch wenn alle wissenschaftlichen Bereiche Innovationen antreiben, stützen sich technische Innovationen zu einem grossen Teil auf Fortschritte in den Natur- und exakten Wissenschaften sowie den Ingenieur- und technischen Wissenschaften. Um den Bedarf an Fachkräften in diesem Bereich zu decken, ist die Attraktivität der MINT-Studiengänge für Neueintretende auf Bachelorstufe entscheidend.

2019 schrieben sich in der Schweiz 27,1% der Neueintretenden auf Bachelor- oder vergleichbarer Stufe in MINT-Studiengänge ein (Abbildung B 2.3). Damit lag die Schweiz an siebter Stelle der

¹ Bezüglich des Beitrags der Berufsbildung zu Innovation siehe auch Teil A, Kapitel 2 sowie Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz 2020», Teil C, Studie 1 (S. 133ff.) (SBFI, 2020).

² Siehe dazu Bildungsbericht Schweiz (SKBF, 2018) bzw. www.skbf-csre.ch.

³ PISA unterteilt die Skala (1-6) in sogenannte Kompetenzniveaus. Die Mindestkompetenzen werden dann als erfüllt angesehen, wenn mindestens das Kompetenzniveau 2 erreicht wird. Als leistungsstark werden Jugendliche eingestuft, wenn sie mindestens das Kompetenzniveau 5 erreichen.

⁴ Siehe auch Bericht «PISA 2018» (Konsortium PISA.ch, 2019), S. 16 für Lesen, S. 29 für Mathematik und S. 35 für Naturwissenschaften.

⁵ Unter Tertiärstufe fallen Abschlüsse auf Bachelor-, Master- oder Doktoratsstufe sowie jeweils vergleichbarer Stufen gemäss der Internationalen Standardklassifikation für Bildung (ISCED). Entsprechend werden auch die Abschlüsse der höheren Berufsbildung mitgezählt.

⁶ Siehe Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz 2020», Teil B, Kapitel 2.3, S. 63 sowie BFS (2021a). Der Anteil der 25- bis 34-Jährigen mit einem Tertiärabschluss lag 2018 bei 45% und 2012 bei 40% (SBFI, 2020).

⁷ MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

Vergleichsländer, weit hinter dem Spitzenreiter Deutschland (40%). Nur Frankreich (25,1%), Schweden (20,1%) und die Niederlande (19,8%) rangierten hinter der Schweiz. Dabei ist zu beachten, dass die OECD-Zahlen – sofern Daten zu den Eintritten vorhanden sind⁸ – die höhere Berufsbildung mitberücksichtigen.

Insgesamt stieg die Zahl der Neueintritte in MINT-Studienfächern an Schweizer FH und UH stetig an (Abbildung B 2.4). Diese Entwicklung ist vor allem den Frauen zuzuschreiben: Zwischen 2009 und 2020 stieg die Anzahl Neueintritte von Frauen von 2921 auf 4827, was einer Zunahme von 65% entspricht. Bei den Männern betrug der Anstieg in derselben Zeitspanne 30% (von 7614 auf 9865).

Zu Beginn des Studienjahres 2020/21 waren Frauen in den Bereichen Chemie und Life Sciences sehr gut vertreten (mehr als 60% aller Neueintritte in die UH und 54% in die FH) (BFS, 2021c). In der Fachrichtung Informatik waren sie allerdings weiterhin unterrepräsentiert: In diesem Fach waren lediglich 18% aller Neueintretenden in die UH und 16% in die FH Frauen.

Doktorate

Neben Bachelor- und Masterabschlüssen vergeben die UH auch Dokortitel (dritte Qualifikationsstufe). Doktorate sind für die Entwicklung von wissenschaftsbasierten Innovationen besonders wichtig, da sie eine Vertiefung der Kompetenzen im Bereich der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Forschung ermöglichen. Inhaberinnen und Inhaber eines Doktorats sind gut qualifiziert, um forschungsbasierte Innovationen zu realisieren. Mit 2,2% der 25- bis 34-Jährigen, die einen Dokortitel erworben haben, lag die Schweiz 2020 an der Spitze der Vergleichsländer, gefolgt von den Vereinigten Staaten (1,5%) und dem Vereinigten Königreich (1,5%) (Abbildung B 2.2).

Mit Blick auf den Anteil der Doktorate im MINT-Bereich an der Gesamtzahl der vergebenen Dokortitel platzierte sich die Schweiz 2019 mit 48,7% auf dem vierten Platz – nach Frankreich (53,7%), Schweden (50,3%) und dem Vereinigten Königreich (50%) (Abbildung B 2.5). Die Niederlande lag mit 34% auf dem letzten Platz der Vergleichsländer. In der Schweiz wurden 46% der Doktorate in den Natur- und den Ingenieurwissenschaften erworben (30,4% bzw. 15,6%). In diesen Fachbereichen platzierte sich lediglich Frankreich mit 48,4% vor der Schweiz. 24,6% der Doktorate fallen in der Schweiz auf den Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften (8,7% in den Geisteswissenschaften bzw. 15,8% in den Sozialwissenschaften). In diesen Fachbereichen vergaben die Vereinigten Staaten mit 45,3% deutlich am meisten Doktorate.

⁸ In der höheren Berufsbildung werden die Eintritte in die Höheren Fachschulen erfasst. Die Eintritte in die vorbereitenden Kurse zu den eidgenössischen Prüfungen werden nicht vollständig erhoben, weil diese Kurse nicht formell geregelt sind.

Mit Blick auf die Digitalisierung kommt dem Fachbereich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) eine hohe Bedeutung zu. In Österreich und Frankreich war der Anteil der Personen mit einem Dokortitel im IKT-Bereich mit jeweils 5,3% am höchsten. In der Schweiz belief sich dieser Wert auf 2,7%. Damit lag sie vor den Niederlanden auf dem zweitletzten Platz.

2.3 Internationalisierung der Tertiärstufe

In kleinen wissensintensiven Ländern wie der Schweiz ist für die Entwicklung von Forschungs- und Innovationsaktivitäten die Fähigkeit unerlässlich, die besten internationalen Talente anzuziehen. Unternehmen und Hochschulen wetteifern um die besten Talente. Dies generiert einen Pool an gut ausgebildeten und kompetenten Personen, der sich für eine Volkswirtschaft als sehr wertvoll erweisen kann. Als Indikator dazu kann der Anteil international mobiler Studierender⁹ auf Tertiär- oder Doktoratsstufe herangezogen werden.¹⁰

Mit einem Anteil von 17,8% internationaler Studierender auf Tertiärstufe zählte die Schweiz 2019 neben dem Vereinigten Königreich (18,7%) und Österreich (17,6%) zu den attraktivsten Ländern für Studierende aus dem Ausland (Abbildung B 2.6). Sehr tief lag der Anteil hingegen in Südkorea (3,3%), Israel (3%), Italien (2,8%) und China (0,4%).

Auf Doktoratsstufe stand die Schweiz hinsichtlich internationaler Studierender 2019 an der Spitze der Vergleichsländer: Über die Hälfte aller Studierenden in Doktoratsprogrammen (56,4%) stammte aus dem Ausland (Abbildung B 2.6). Die Niederlande und das Vereinigte Königreich folgten mit einem Anteil von 44% bzw. 41,1%. Damit lagen auch sie weit über dem OECD-Durchschnitt von 22,1%. Israel wies mit 8,1% den tiefsten Anteil der Vergleichsländer auf. Im Vergleich zu den 2013 beobachteten Werten war in den meisten Vergleichsländern, insbesondere auf Doktoratsstufe, ein deutlicher Trend zur Internationalisierung der Tertiärstufe zu erkennen.

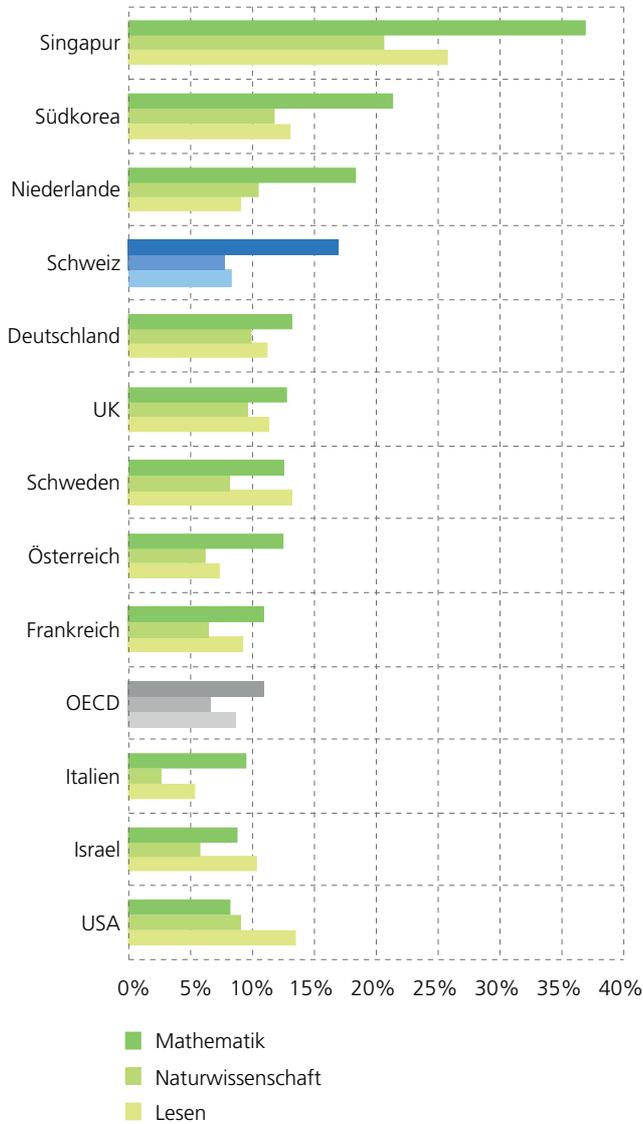
⁹ International mobile Studierende sind Personen, die eine Grenze zwischen zwei Ländern überquert haben, um eine Bildungsaktivität im Zielland zu absolvieren (OECD, 2018).

¹⁰ Es bleiben allerdings nicht alle ausländischen Studierenden, die einen Abschluss einer universitären Hochschule in der Schweiz erwerben, danach auch in der Schweiz. Von den ausländischen Absolventen, die 2014 in der Schweiz einen Masterabschluss einer universitären Hochschule erworben hatten, haben 34,8% das Land 2015 verlassen. Auf Doktoratsstufe waren 33% der Personen, die die obligatorische Schule im Ausland durchlaufen und 2014 in der Schweiz einen Dokortitel erworben hatten, ein Jahr später ausgewandert (BFS, 2017; siehe auch Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz 2020», Teil B, Kapitel 2.3, S. 65).

Literatur

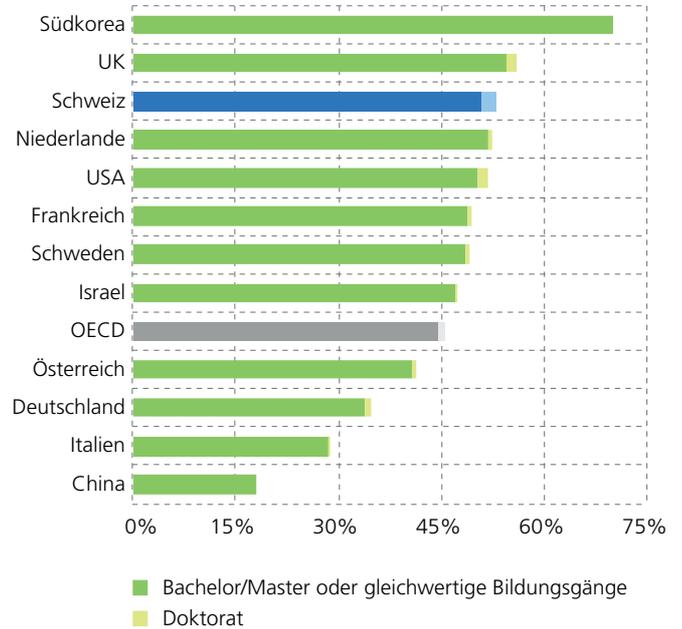
- BFS (2017): Hochschulabsolventinnen und -absolventen mit Migrationshintergrund: Arbeitsmarktintegration und Abwanderung in 2015. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2021a): Bildungsstand. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch > Statistiken finden > Bildung und Wissenschaft > Bildungsindikatoren > Nach Themen > Wirkung > Bildungsstand.
- BFS (2021b): Szenarien für das Bildungsniveau der Bevölkerung. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch > Statistiken finden > Bildung und Wissenschaft > Szenarien für das Bildungssystem > Szenarien für das Bildungsniveau der Bevölkerung.
- BFS (2021c): Studierende der Hochschulen 2019/20. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch > Statistiken finden > Bildung und Wissenschaft > Personen in Ausbildung > Tertiärstufe Hochschulen.
- Konsortium PISA.ch (2019): PISA 2018, Schülerinnen und Schüler der Schweiz im internationalen Vergleich. Bern und Genf: SBF/EDK und Konsortium PISA.ch.
- OECD (2018): OECD Handbook for Internationally Comparative Education Statistics 2018: Concepts, Standards, Definitions and Classifications, Paris: OECD Publishing.
- SBFI (2020): Forschung und Innovation in der Schweiz 2020. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SKBF (2018): Bildungsbericht Schweiz 2018. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.

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



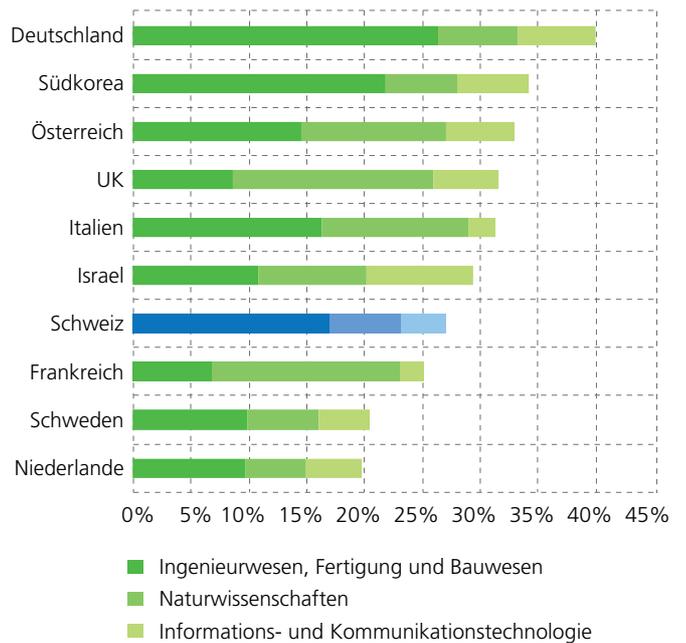
15-jährige Jugendliche, die in der PISA-Erhebung im betreffenden Fach die Bewertung 5 oder 6 (auf einer Skala von 1–6) erhalten haben
 Keine Daten verfügbar: China
 USA, Niederlande: Die Daten entsprachen nicht den technischen Standards von PISA, wurden aber als weitgehend vergleichbar akzeptiert.
 Quelle: OECD

Abbildung B 2.2: Anteil der 25- bis 34-Jährigen mit einem tertiären Bildungsabschluss, 2020



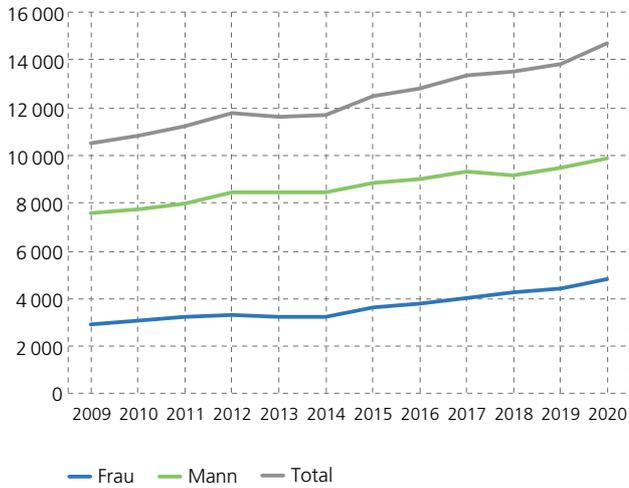
Keine Daten verfügbar für Doktorate: China, Südkorea
 Ausnahme zum Referenzjahr 2020: China (2010)
 Quelle: OECD

Abbildung B 2.3: Anteil der Neueintretenden in MINT-Studienfächern auf Bachelorstufe oder Äquivalente in Prozent der gesamten Neueinsteigenden, 2019



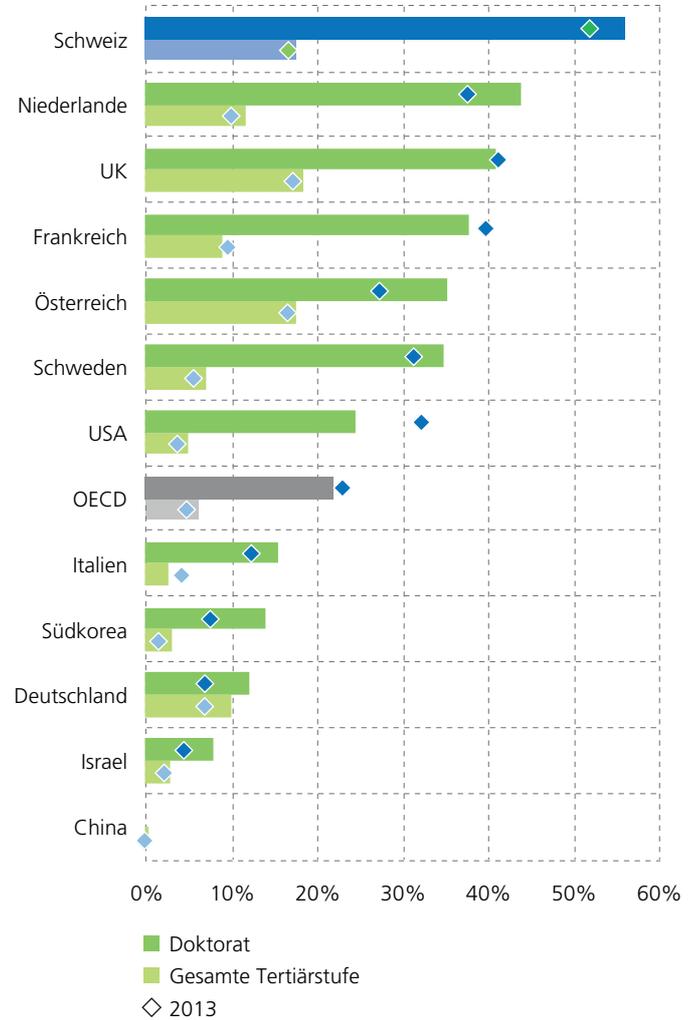
MINT: Mathematik, Informatik, Natur- und Technikwissenschaften
 Keine Daten verfügbar: China, Singapur, USA
 Quelle: OECD

Abbildung B 2.4: Neueintritte MINT-Bachelorstudierende an Schweizer Hochschulen, 2009–2020



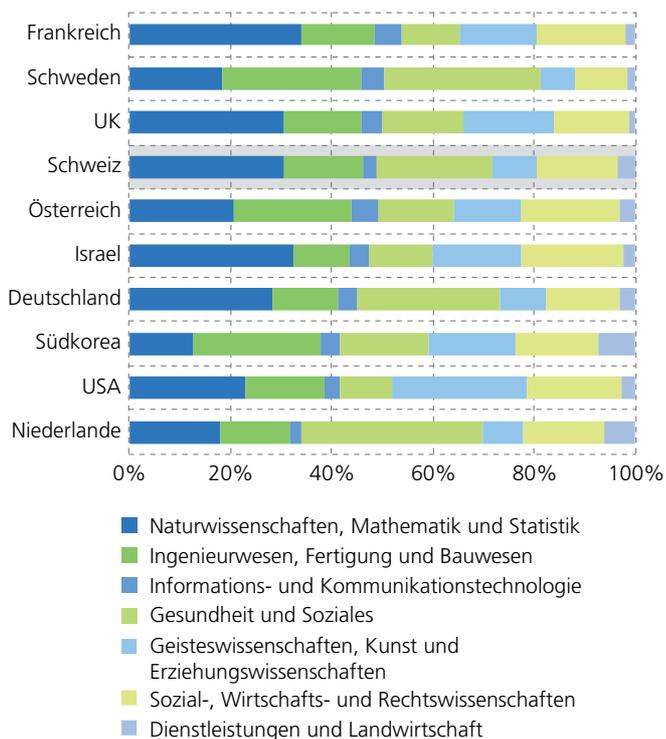
Als Neueinsteiger gilt jede/jeder, der/die sich im Winter-/Herbstsemester an einer Schweizer Universität oder Fachhochschule (ohne PH) erstmals anmeldet.
MINT: Mathematik, Informatik, Natur- und Technikwissenschaften
Quelle: BFS

Abbildung B 2.6: Anteil der ausländischen Studierenden an der Gesamtzahl der Studierenden auf Tertiärstufe, 2019



Keine Daten verfügbar: Singapur, China (Doktorat)
Ausnahme zum Referenzjahr 2019: Niederlande (2018)
Quelle: OECD

Abbildung B 2.5: Doktorate nach Fachbereich, 2019



Keine Daten verfügbar: China, Singapur
Quelle: OECD

3 Personal im Bereich Forschung und Innovation

Ein grosses Angebot an gut ausgebildetem Personal im Bereich Forschung und Innovation ist eine wichtige Grundlage für qualitativ hochstehende Forschung und den Transfer von Wissen in innovative Produkte und Dienstleistungen.

3.1 Personen, die in Wissenschaft und Technologie tätig sind

Als in den Bereichen Wissenschaft und Technologie tätige Personen gelten Arbeitskräfte, die sich mit der Herstellung, Verbreitung und Anwendung von wissenschaftlichem und/oder technologischem Wissen befassen (BFS, 2021a).¹

In der Schweiz waren im Jahr 2020 42% der Erwerbspersonen im Bereich Wissenschaft und Technologie tätig (Abbildung B 3.1). Damit nahm die Schweiz im Vergleich mit den Referenzländern nach Schweden (46%) und den Niederlanden (43%) den dritten Platz ein. Von den Vergleichsländern befand sich 2020 nur Italien (30%) unter dem europäischen Durchschnitt (EU-27) von 34%. In Deutschland, Frankreich, Österreich und im Vereinigten Königreich lag der Anteil jeweils zwischen 37% und 39%. In den drei bestplatzierten Ländern waren im Vergleich zum Jahr 2012 auch die höchsten Anstiege zu verzeichnen (+6–7 Prozentpunkte). In den anderen Vergleichsländern war jeweils ein Anstieg um 3 bis 4 Prozentpunkte festzustellen mit der Ausnahme von Deutschland, das einen geringeren Anstieg verzeichnete (+2 Prozentpunkte).

3.2 Forschungs- und Entwicklungspersonal

Das Forschungs- und Entwicklungspersonal (F&E-Personal) umfasst alle direkt in der F&E beschäftigten Personen sowie Personen, die direkte Dienstleistungen für F&E erbringen. Es wird in folgende Kategorien unterteilt (BFS, 2021b):

- Forschende: Fachpersonen, die in der Planung oder Herstellung von Erkenntnissen, Produkten, Verfahren, Methoden und neuen Systemen sowie in der Leitung entsprechender Projekte tätig sind;
- technisches Personal: Beteiligt sich durch wissenschaftliche und technische Arbeiten an F&E;
- übriges Personal: Qualifizierte und nicht qualifizierte Mitarbeitende sowie Sekretariats- und Büropersonal, das an der Durchführung der F&E-Projekte beteiligt ist.

Der Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung, ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten, lag 2019 in Südkorea mit 1,9% am höchsten im Vergleich zu den Referenzländern (Abbildung

B 3.2). Mit Anteilen von rund 1,8% folgen Österreich und Schweden. Die Schweiz lag mit einem Anteil von 1,7% auf dem vierten Platz der Vergleichsländer und über dem EU-Durchschnitt (1,4%).

Während Italien mit 0,4 Prozentpunkten den grössten Anstieg beim Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung seit 2012 verzeichnete, konnte in der Schweiz wie auch in Schweden kein Anstieg festgestellt werden. In Korea, im Vereinigten Königreich, in Österreich, Deutschland und den Niederlanden war der Anstieg höher als im EU-Durchschnitt (+0,2 Prozentpunkte).

Werden ausschliesslich die Forschenden berücksichtigt, befand sich die Schweiz mit einem Anteil von 0,9% an der Gesamtbeschäftigung gleichauf mit dem EU-Durchschnitt, aber im hinteren Bereich im Vergleich mit den Referenzländern. Südkorea und Schweden verzeichneten mit einem Anteil zwischen 1,5% und 1,6% den höchsten Wert. In der Schweiz war der Anteil an Forschenden in privaten Unternehmen, ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten, verhältnismässig gering (Abbildung B 3.3). Während in Südkorea 82%, in Schweden und den Niederlanden jeweils rund 70% der Forschenden in privaten Unternehmen beschäftigt waren, lag der entsprechende Anteil in der Schweiz bei 48%. Die Hälfte der Forschenden in der Schweiz war an Hochschulen beschäftigt (50%). Nur im Vereinigten Königreich kam dieser Anteil mit 55% höher zu stehen. In der Schweiz lag der Anteil Forschender, die vom Staat beschäftigt werden, bei lediglich 1% und war dabei weit geringer als der EU-Durchschnitt von 11%. China verzeichnete mit 18% – gefolgt von Italien (14%) und Deutschland (13%) – den höchsten Anteil in dieser Kategorie.

Ausländisches F&E-Personal

In der Schweiz machen ausländische Arbeitskräfte in allen Wirtschaftssektoren einen beachtlichen Anteil der Erwerbstätigen aus: Im Jahr 2020 betrug der Anteil der Erwerbstätigen mit ausländischer Staatsangehörigkeit 32,2% (BFS, 2021). Ein hoher Anteil an ausländischen Arbeitskräften ist auch beim F&E-Personal zu verzeichnen. Im Jahr 2019 waren 43% des F&E-Personals an Hochschulen und 41% des F&E-Personals in privaten Unternehmen ausländische Arbeitskräfte (Abbildung B 3.4). Vergleicht man mit dem Jahr 2000, in dem die Anteile 28% bei den Hochschulen und 32% bei privaten Unternehmen ausmachten, erkennt man den starken Anstieg des Ausländeranteils über die letzten zwei Jahrzehnte. Allerdings hat sich der Anteil des ausländischen F&E-Personals in den letzten Jahren sowohl bei den Hochschulen als auch bei den Privatunternehmen stabilisiert.

¹ Dazu werden einerseits akademische Berufe (gemäss Code 2 der Internationalen Berufsnomenklatur ISCO-08) und andererseits Techniker sowie gleichrangig nicht-technische Berufe (gemäss Code 3 der ISCO-08) gezählt.

3.3 Frauen in der Forschung

Der Frauenanteil in Schweizer Forschungsteams betrug 2019 36% (Abbildung B 3.5). Im internationalen Vergleich war dieser Prozentsatz hoch. Nur das Vereinigte Königreich lag vor der Schweiz, mit 39% belegte es den ersten Platz unter den Vergleichsländern. In den letzten zehn Jahren stieg dieser Anteil in der Schweiz und in Südkorea am stärksten (+3,4 Prozentpunkte).

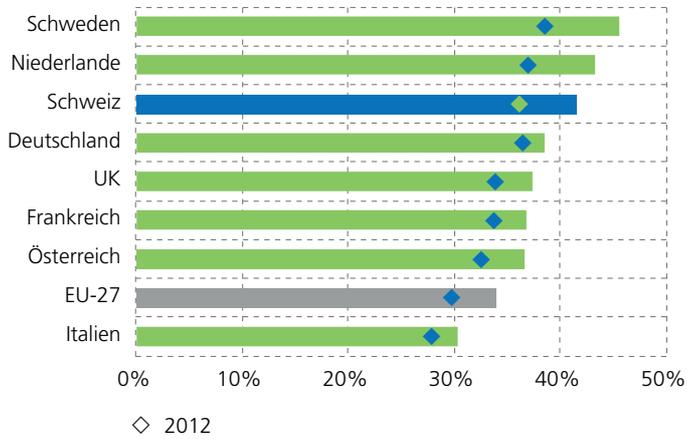
Während 2020 bei den Diplomierten mit Bachelor- oder Masterabschluss die Frauen in der Schweiz mit einem Anteil von 54% bzw. 53% knapp die Mehrheit bildeten, betrug der Frauenanteil bei den frisch Doktorierten 47% (Abbildung B 3.6). Es zeigt sich, dass der Frauenanteil mit steigender Karrierestufe kontinuierlich abnahm und auf der höchsten Stufe der Professorenschaft oder dem Führungspersonal (Stufe A) nur noch 26% betrug («Leaky Pipeline»-Phänomen). In den letzten Jahren war eine Zunahme des Frauenanteils bei Stellen der Stufe A zu verzeichnen (2015: 22%; 2017: 24%) (BFS, 2021d).

Der höchste Frauenanteil auf Stufe A war 2018 in den Forschungsbereichen der Geisteswissenschaften/Künste zu verzeichnen – sowohl in der EU wie auch in der Schweiz (Abbildung B 3.7). In den Bereichen Ingenieurwesen und Technologie sowie Naturwissenschaften sind Frauen am stärksten unterrepräsentiert. Im Vergleich zur EU verzeichnete die Schweiz jedoch in den meisten Bereichen einen geringeren Anteil an Forscherinnen der Stufe A – mit Ausnahme der Bereiche Landwirtschaft/Tiermedizin sowie Geisteswissenschaften/Künste, wo die Schweiz einen leicht höheren Frauenanteil im Vergleich zur EU aufwies.

Literatur

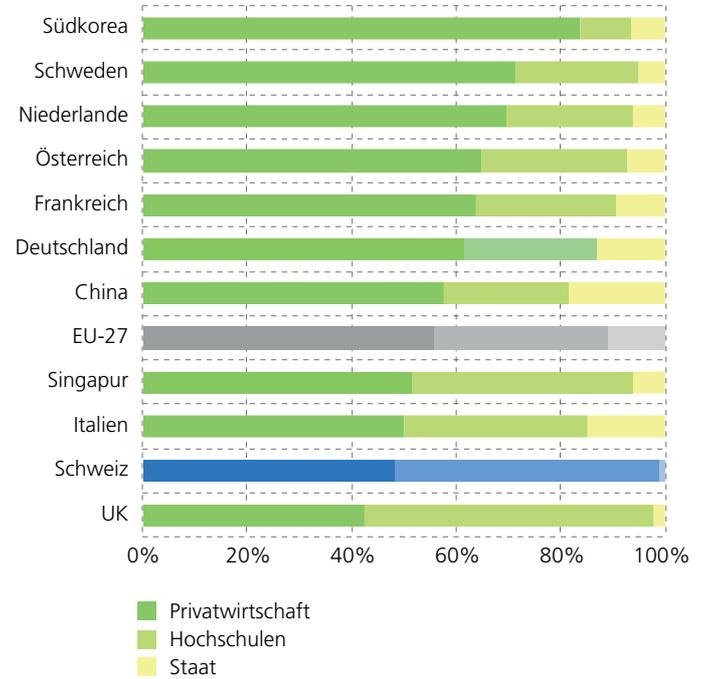
- BFS (2021a): Humanressourcen für W+T. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch > Statistiken finden > Bildung und Wissenschaft > Indikatorensystem Wissenschaft und Technologie > Zugang zu den Indikatoren > W+T-Kontext > Humanressourcen für W+T.
- BFS (2021b): Forschung und Entwicklung in der Schweiz 2019. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS (2021c): Ausländische Arbeitskräfte. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch > Statistiken finden > Arbeit und Erwerb > Erwerbstätigkeit und Arbeitszeit > Erwerbsbevölkerung, Erwerbsbeteiligung > Ausländische Arbeitskräfte.
- BFS (2021d): Frauen und Wissenschaft. Abrufbar unter: www.bfs.admin.ch > Statistiken finden > Bildung und Wissenschaft > Indikatorensystem Wissenschaft und Technologie > Zugang zu den Indikatoren > W+T-Input > Frauen und Wissenschaft.

Abbildung B 3.1: Anteil der im Bereich Wissenschaft und Technologie tätigen Erwerbspersonen, 2020



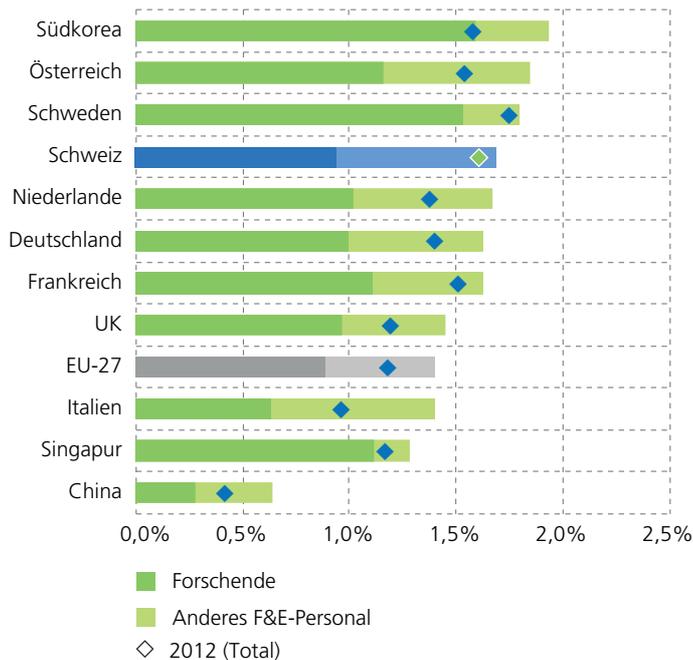
Erwerbspersonen im Alter von 15 bis 74 Jahren
 Ausnahme zum Referenzjahr 2020: UK (2019)
 Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur, Südkorea, USA
 Quelle: Eurostat

Abbildung B 3.3: Forschende nach Sektor, 2019



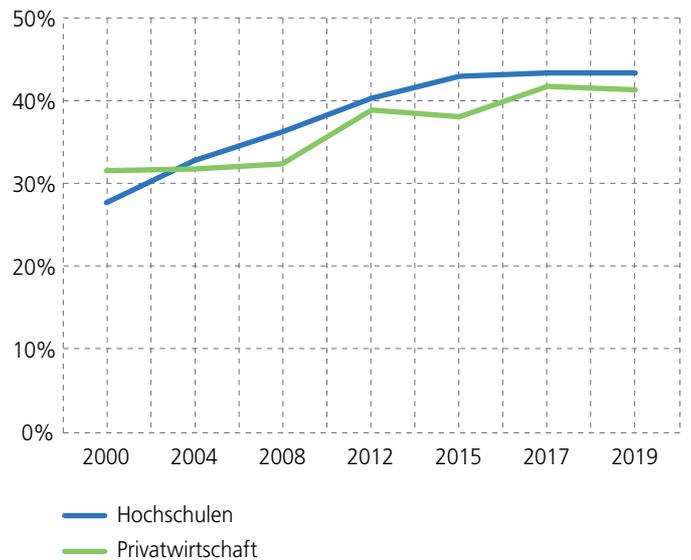
Keine Daten verfügbar: Israel, USA
 Quelle: OECD

Abbildung B 3.2: Anteil des F&E-Personals an der Gesamtbeschäftigung, 2019



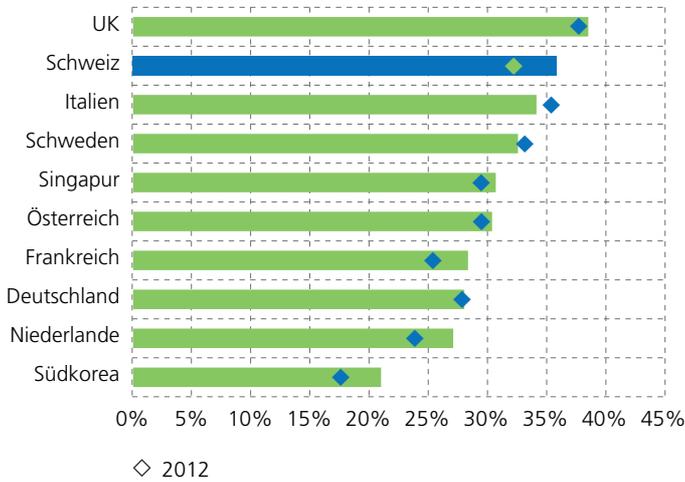
Keine Daten verfügbar: Israel, USA
 Quelle: OECD

Abbildung B 3.4: Entwicklung des Ausländeranteils am F&E-Personal in der Schweiz, 2000–2019



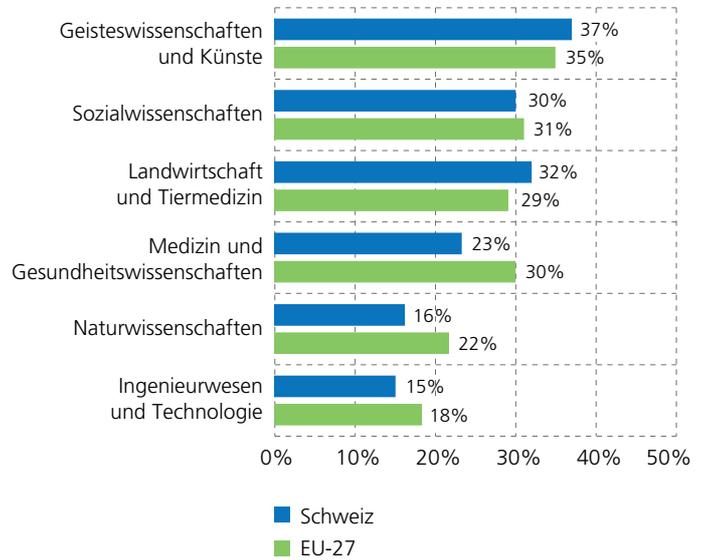
Quelle: BFS

Abbildung B 3.5: Frauenanteil an der Gesamtzahl der Forschenden, 2019



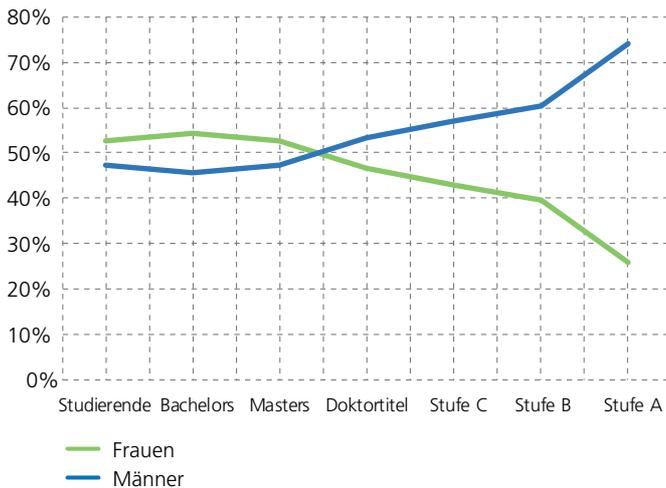
Keine Daten verfügbar: China, Israel, USA
Ausnahmen zum Referenzjahr 2012: Deutschland (2013), Österreich (2013), Schweden (2013)
Ausnahme zum Referenzjahr 2019: Frankreich (2017)
Quelle: BFS, OECD

Abbildung B 3.7: Anteil der Forscherinnen, Stufe A nach Forschungsbereich an der Gesamtzahl des akademischen Forschungspersonals, Schweiz und Europa (EU-27), 2018



Quelle: She Figures, EU-Kommission

Abbildung B 3.6: Frauen und Männer in der akademischen Laufbahn (UH, FH, PH) in der Schweiz, Studierende und Forschende, 2020



Stufe A: Professorenschaft oder Führungspersonal
Stufe B: Oberer akademischer Mittelbau oder übrige Dozierende
Stufe C: Unterer akademischer Mittelbau oder wissenschaftliche Mitarbeitende
Der Sektor Hochschulen wird nicht vollständig abgebildet.
Die Forschungsanstalten im ETH-Bereich werden nicht berücksichtigt.
Quelle: BFS

4 Finanzierung und Durchführung von Forschung und Entwicklung

Die Indikatoren zur F&E-Finanzierung zeigen auf, woher die Mittel stammen, mit denen die innerhalb der einzelnen Länder durchgeführten F&E-Aktivitäten finanziert werden. Aus den Indikatoren zur F&E-Durchführung wird ersichtlich, welche Akteure F&E-Aktivitäten innerhalb der einzelnen Länder durchführen und wieviel sie dafür aufwenden. Aufgrund der Finanzflüsse zwischen Finanzierung und Durchführung können die jeweiligen Anteile der einzelnen Akteure variieren.

4.1 Finanzierung von Forschung und Entwicklung

Finanzierung durch den Privatsektor

2019 war ausser in Israel (38%) der Privatsektor in allen Vergleichsländern die Hauptfinanzierungsquelle der F&E-Aktivitäten. In der Schweiz betrug der Anteil des Privatsektors an der gesamten F&E-Intramuros-Finanzierung¹ 65%, was bei einem Gesamtvolumen von 22,9 Milliarden Schweizer Franken einem Anteil von 14,8 Milliarden Schweizer Franken entspricht. In Südkorea und China lag dieser Anteil gar über 75% (Abbildung B 4.1).

Finanzierung durch den Staat

Der Anteil der öffentlichen Hand an der Intramuros-F&E-Finanzierung lag in allen Vergleichsländern unter 40%. Der Staat war dennoch in der Regel der zweitgrösste Geldgeber, weit vor anderen in- und ausländischen Finanzierungsquellen (ausser in Israel, wo 51% der Finanzierung aus dem Ausland kamen). 2019 betrug in der Schweiz der Anteil des Staates (Bund und Kantone) an der gesamten Intramuros-F&E-Finanzierung insgesamt 27% (Abbildung B 4.1).

Um die staatliche Beteiligung an der Finanzierung der F&E-Aktivitäten zu beurteilen, können die Intramuros-F&E-Aufwendungen² des Staates auch als Anteil des BIP ausgedrückt werden. 2019 machte die öffentliche F&E-Finanzierung in Südkorea (0,96%), in Deutschland (0,88%), in der Schweiz (0,86%), in Österreich (0,84%) und in Schweden (0,82%) mehr als 0,8% des BIP aus (Abbildung B 4.2). Unter den Referenzländern ist der Prozentsatz der Schweiz zwischen 2012 und 2019 am stärksten angestiegen (um 0,14 Prozentpunkte). Dagegen wiesen beispielsweise die USA eine Abnahme um 0,13 Prozentpunkte auf.

¹ Mit Intramuros-F&E-Finanzierung ist die Finanzierung von in der Schweiz durchgeführten F&E-Aktivitäten gemeint.

² Analog zu den Statistiken des BFS wird im vorliegenden Bericht der Begriff «Aufwendungen» verwendet. Die OECD definiert diesen im Frascati Manual wie folgt: «Ausgaben (wird synonym mit dem Begriff «Aufwendungen» verwendet) entsprechen dem Betrag für ausgestellte Bankanweisungen und getätigte Barzahlungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums, ungeachtet dessen, wann die Mittel bewilligt oder gebunden wurden (bei Bezugnahme auf staatliche Mittel)» (OECD, 2018, S. 434).

4.2 Durchführung von Forschung und Entwicklung

F&E-Intensität

Als relatives Mass dafür, wie viel ein Land für die Durchführung von Forschung und Entwicklung aufwendet, wird häufig die F&E-Intensität³ herangezogen: der Anteil der gesamten Intramuros-F&E-Aufwendungen am BIP.⁴

2019 betrug die F&E-Intensität in der Schweiz 3,15% (Abbildung B 4.3) und lag über dem OECD-Durchschnitt (2,51%). Die Schweiz platzierte sich damit hinter Israel (5,14%), Südkorea (4,63%), Schweden (3,39%), den USA (3,18%) und Deutschland (3,17%) auf dem sechsten Rang der Vergleichsländer. Italien belegte mit 1,46% den letzten Platz.

Zwischen 2000 und 2019 stieg die F&E-Intensität in fast allen Vergleichsländern. In der Schweiz erhöhte sich diese um 0,89 Prozentpunkte von 2,26% auf 3,15%. Einen grösseren Anstieg verzeichneten Südkorea (2,5), China (1,34), Österreich (1,24) und Israel (1,21) (Abbildung B 4.4).⁵

Aufwendungen nach Sektor

Betrachtet man bei der Durchführung von Forschung und Entwicklung die F&E-Aufwendungen nach Sektor, so waren 2019 in der Schweiz die Privatunternehmen mit 15,5 Milliarden Schweizer Franken respektive 68% sämtlicher F&E-Aufwendungen die Hauptakteure.⁶ In Israel betrug deren Anteil 90%, in Südkorea 80% und in China 76% (Abbildung B 4.5). In der Schweiz spielten die kantonalen Universitäten und Fachhochschulen sowie die vom Bund finanzierten Eidgenössischen Technischen Hochschulen bei

³ Analog zu den Statistiken des BFS wird im F&I-Bericht für den Anteil F&E-Aufwendungen am BIP der Begriff «F&E-Intensität» verwendet. Eine andere mögliche Benennung lautet «F&E-Quote».

⁴ Zur Berechnung der F&E-Intensität wird der Gesamtbetrag der Intramuros-F&E-Aufwendungen durch das BIP geteilt. Dadurch kann die Höhe der F&E-Aufwendungen direkt mit dem wirtschaftlichen Gewicht eines Landes ins Verhältnis gesetzt werden (BFS, 2021).

⁵ Bei der Interpretation der Daten zur Schweiz ist zu beachten: (1) Im Rahmen der Standardrevisionen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR), die in allen EU- und EFTA-Staaten, zu denen auch die Schweiz gehört, angewendet werden, fand eine Revision der Schweizer BIP-Statistik statt. (2) Weiter haben einige Unternehmen bei der letzten Datenerhebung für die Schweizer F&E-Statistik ihre Antworten für vergangene Erhebungen korrigiert. Deshalb mussten die Daten von 2012, 2015 und 2017 revidiert werden. Dies führte dazu, dass sich die F&E-Aufwendungen verringert und das BIP erhöht haben. In der Folge hat die F&E-Intensität in der Schweiz markant abgenommen (BFS, 2021). Beispiel: Gemäss den 2019 publizierten Zahlen betrug die F&E-Intensität für die Schweiz für 2017 3,37% des BIP. Aufgrund der revidierten Daten beträgt diese noch 3,03% (minus rund 0,3 Prozentpunkte).

⁶ Die kleine Differenz von drei Prozentpunkten bezüglich des Anteils der Privatwirtschaft an der Finanzierung (65%) gegenüber dem Anteil der Privatwirtschaft an der Durchführung (68%) ergibt sich aus den Finanzflüssen zwischen Finanzierung und Durchführung (vgl. Teil A, Abbildung A 4.1 und Tabelle A 4.2).

der Durchführung von F&E ebenfalls eine wesentliche Rolle. Ihr Anteil an den gesamten F&E-Aufwendungen betrug 2019 29%. Ähnlich hohe Werte wiesen Singapur und die Niederlande (je 28%) auf. Zu den Ländern, in denen die Durchführung der F&E-Aktivitäten durch den Staat einen bedeutenden Anteil an den gesamten F&E-Aufwendungen darstellte, gehörten China (15%) und Deutschland (14%). In der Schweiz betrug der staatliche Anteil an den F&E-Bruttoinlandaufwendungen lediglich 1%.

4.3 Zugang zu Risikokapital

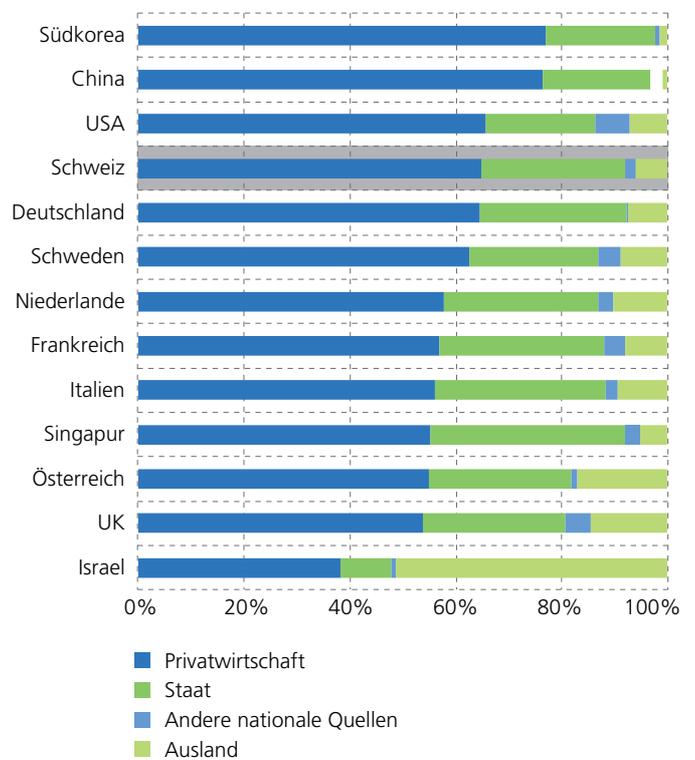
Ein geeigneter Weg, neues Wissen und neue Technologien im Markt zu verbreiten, ist die Gründung von innovativen Unternehmen. Innovative Jungunternehmen werden in der Startphase weltweit zunehmend mit Kapital von Investorennetzwerken unterstützt, die sich am Projektrisiko beteiligen. Weiter stellen auch Risikokapitalinvestoren (Venture Capitalists) ihr Netzwerk und ihre Erfahrung für die Gründung und die erste Entwicklungsphase von innovativen Jungunternehmen zur Verfügung.

Im Jahr 2020 lag der Anteil der Risikokapitalinvestitionen am BIP bei gut der Hälfte der Vergleichsländer zwischen 0,02% und 0,09% (Abbildung B 4.6). Mit einem Anteil von 0,63% am BIP lagen die USA an der Spitze, gefolgt von Südkorea (0,16%). Die Schweiz wies eine Rate von 0,08% des BIP auf, von der 0,05% in der mittleren von drei Phasen (1: Seed; 2: Start-up and other early stage; 3: Later stage venture⁷) investiert wurden (Abbildung B 4.6).

Literatur

- BFS (2021): Forschung und Entwicklung in der Schweiz 2019. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
 OECD (2018): Frascati-Handbuch 2015. Leitlinien für die Erhebung und Meldung von Daten über Forschung und experimentelle Entwicklung. Paris: OECD Publishing.

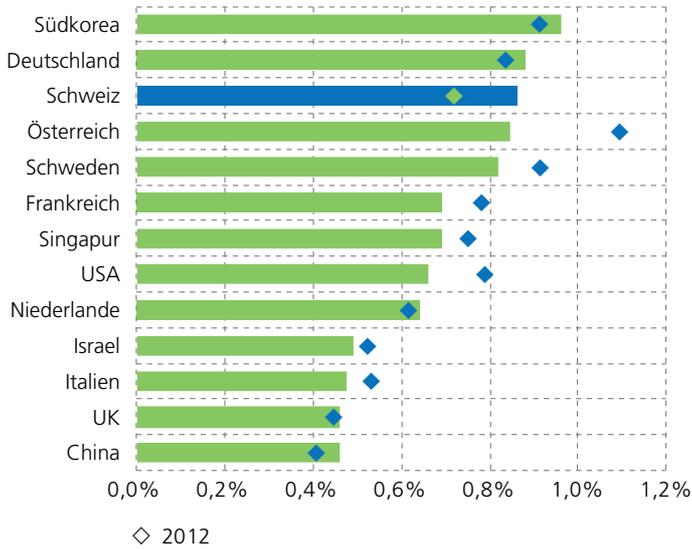
Abbildung B 4.1: Finanzierung – Intramuros-F&E-Aufwendungen nach Sektor, 2019



Keine Daten verfügbar für «Andere nationale Quellen»: China
 Quelle: OECD

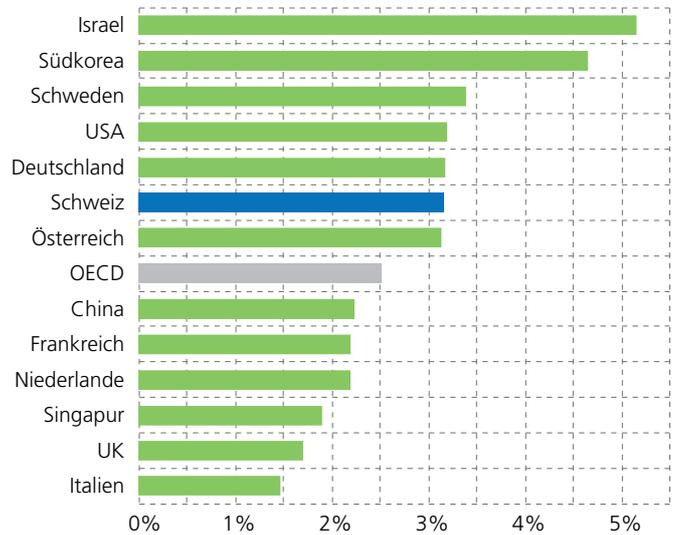
⁷ Gemäss OECD verwenden die Datenlieferanten der verschiedenen Länder keine einheitlichen Konzepte und Definitionen für die Venture-Capital-Phasen. Die OECD hat deshalb ein Phasenmodell entwickelt, das die unterschiedlichen Konzepte der verschiedenen Länder integriert, und hat die Originaldaten entsprechend aggregiert.

Abbildung B 4.2: Finanzierung – Staatliche Intramuros-F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP, 2019



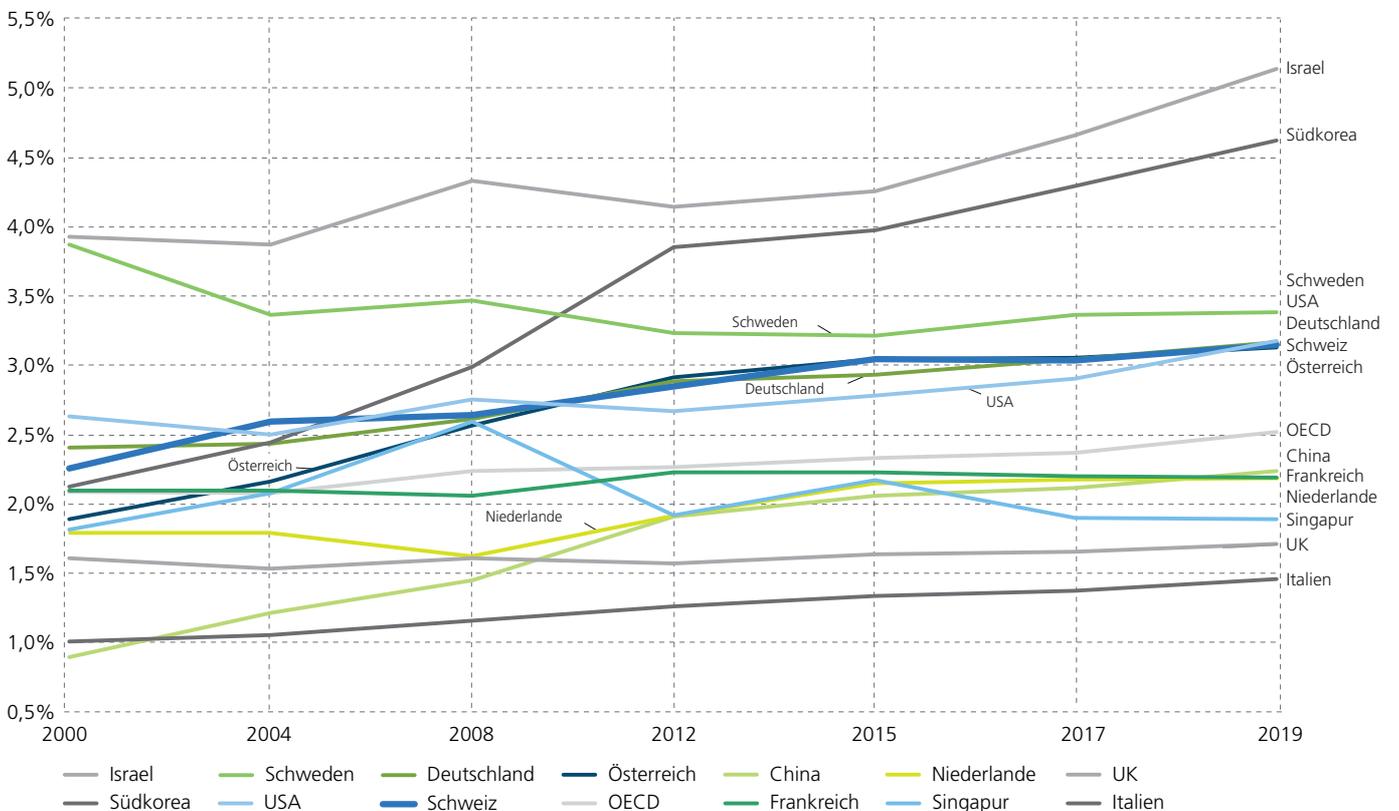
Ausnahme zum Referenzjahr 2012: Schweden (2013)
Quelle: OECD

Abbildung B 4.3: Durchführung – Intramuros-F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP, 2019



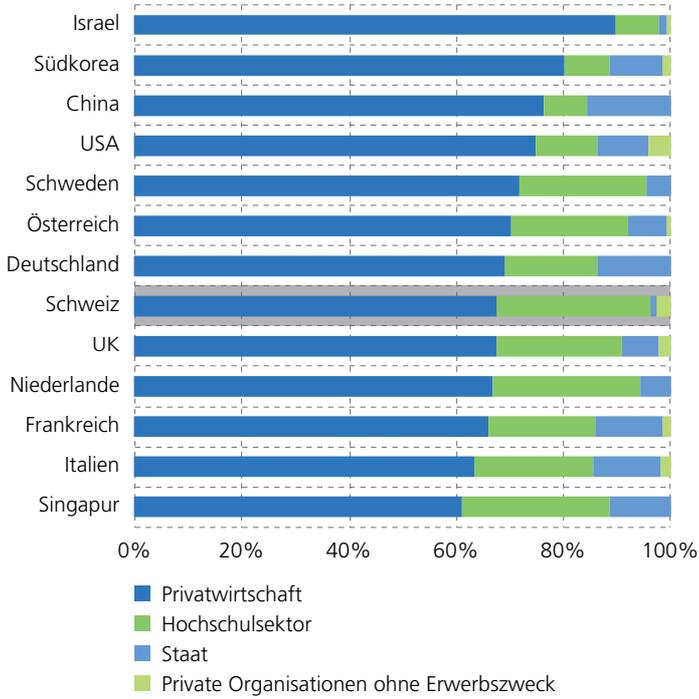
Quelle: OECD

Abbildung B 4.4: Durchführung – Entwicklung der Intramuros-F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP, 2000–2019



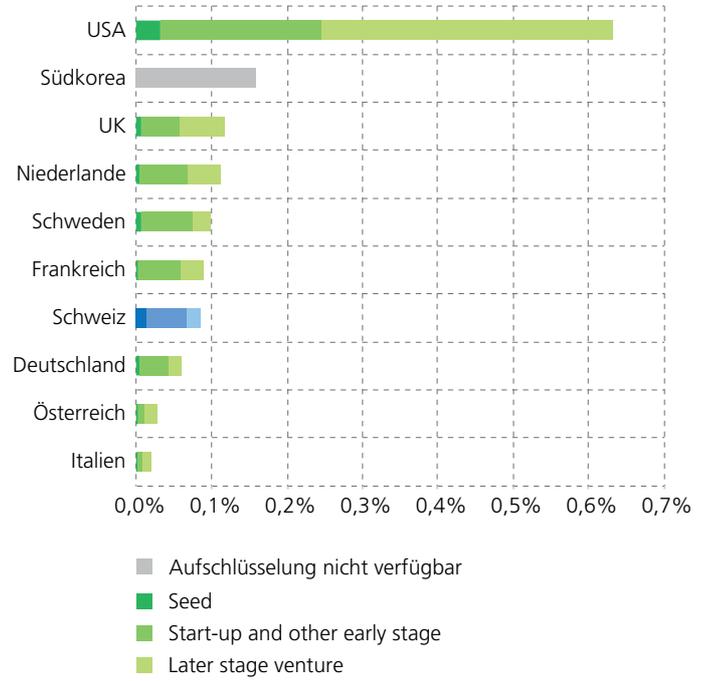
Daten für die Schweiz: Das BIP wurde im September 2020 über den gesamten Zeitraum revidiert. Weiter haben einige Unternehmen bei der letzten Datenerhebung ihre Antworten für vergangene Erhebungen berichtigt. Deshalb mussten die Daten von 2012, 2015 und 2017 revidiert werden.
Ausnahme zum Referenzjahr 2000: Schweden (2001)
Quelle: OECD

Abbildung B 4.5: Durchführung – Intramuros-F&E-Aufwendungen nach Sektor, 2019



Keine Daten verfügbar für «Private Organisationen ohne Erwerbszweck»:
China, Frankreich, Niederlande, Singapur
Quelle: OECD

Abbildung B 4.6: Risikokapitalinvestitionen in Prozent des BIP, 2020



Ausnahme zum Referenzjahr 2020: USA (2019)
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur
Quelle: OECD

5 Beteiligung an den EU-Rahmenprogrammen für Forschung und Innovation mit Fokus auf Horizon 2020

Die mehrjährigen EU-Rahmenprogramme für Forschung und Innovation (RPFI) sind die wichtigsten Instrumente der EU zur Umsetzung ihrer Wissenschafts- und Innovationspolitik. Die Beteiligung an den RPFI ist für die Schweizer Forschung und Innovation von zentraler Bedeutung. Sie gibt Institutionen, Unternehmen sowie Forschenden die Möglichkeit, mit Partnerinnen und Partnern aus dem Ausland zusammenzuarbeiten, Wissen auszutauschen und Infrastrukturen zu nutzen.

Die Schweiz beteiligt sich seit 1987 in unterschiedlicher Form an den RPFI.¹ Nachfolgend werden Daten vom 3. bis und mit dem 8. RPFI (Horizon 2020) analysiert. Der Fokus liegt dabei auf Horizon 2020. Von 2014 bis 2016 war die Schweiz an Horizon 2020 teil- und von 2017 bis 2020 vollasoziiert. Zum aktuell laufenden 9. RPFI (Horizon Europe, 2021–2027) ist die Datengrundlage noch zu wenig aussagekräftig (Stand August 2022). 2021 bis 2022 nahm die Schweiz als nicht assoziiertes Drittland an Horizon Europe teil. In welcher Form sie sich in Zukunft beteiligen wird, ist derzeit (Stand August 2022) noch ungewiss.

5.1 Entwicklung der Schweizer Beteiligungen sowie der Beiträge an F&I-Akteure in der Schweiz

Parallel zur Erhöhung des RPFI-Budgets hat die Anzahl der Schweizer Beteiligungen an RPFI-Projekten seit 1992 laufend zugenommen. 1992 war die Schweiz an 69 Projekten beteiligt,² 2019 erreichten die Beteiligungen mit 847 einen Höchstwert. 2021 betrug die Anzahl Beteiligungen 675 (Abbildung B 5.1).³

Auch die an F&I-Akteure in der Schweiz ausgerichteten RPFI-Beiträge haben sich parallel zur stetigen Erhöhung des RPFI-Budgets entwickelt. 1992 betrug diese Beiträge 43,9 Millionen Schweizer Franken, 2020 erreichten sie mit 534,1 Millionen Franken einen Höchstwert. 2021 betrug sie 388,2 Millionen Franken (Abbildung B 5.2).

Der Rückgang der Beteiligungen und der ausgerichteten Beiträge per 2021 lässt sich mit dem Auslaufen von Horizon 2020 erklären.

¹ Für weitere Informationen siehe Teil A, Kapitel 6.1.

² Hier ist zu beachten: 1992 entspricht dem ersten Jahr des 3. RPFI. Zu Beginn einer RPFI-Programmgeneration ist die Anzahl Projektbeteiligungen meist tiefer als in den Folgejahren. Dies lässt sich auf die Zeitspanne zwischen der Veröffentlichung der ersten Ausschreibungen und der Bewilligung sowie des jeweiligen Projektstarts zurückführen.

³ In den Abbildungen B 5.1 und B 5.2 sind Daten von 1992 bis 2021 enthalten. Zu Beginn bzw. gegen Ende einer RPFI-Programmgeneration gibt es jeweils eine zeitliche Überschneidung der Daten des Vorgänger- und des Nachfolgeprogramms. So überschneiden sich z.B. 2014 und 2015 die Daten des 8. RPFI (Horizon 2020) mit Daten des 7. RPFI. Ab 2016 beziehen sich die Daten ausschliesslich auf Horizon 2020 (2014–2020). Obwohl Horizon 2020 bis Ende 2020 dauerte, sind für dieses RPFI auch Daten zu 2021 enthalten. Grund dafür ist, dass der Projektstart von Ausschreibungen oft erst in das Folgejahr (oder später) fällt.

Finanzierung der RPFI

Finanziert werden die EU-Rahmenprogramme für Forschung und Innovation (RPFI) einerseits von den EU-Mitgliedstaaten über deren reguläre Beiträge an die EU. Andererseits haben assoziierte Länder bis und mit dem 8. RPFI anteilmässig Beiträge gemäss ihrem Bruttoinlandprodukt (BIP) geleistet. Für das aktuelle 9. RPFI (Horizon Europe) hat die EU einen neuen Finanzierungsmechanismus festgelegt. Gemäss dem «pay as you go»-Prinzip bezahlt jedes assoziierte Land prinzipiell so viel, wie seinen Forschenden an EU-Projektfinanzierung gewährt wird.

5.2 Horizon 2020

Die nachfolgenden Daten beziehen sich auf das 8. RPFI Horizon 2020 (2014–2020), wobei Daten zwischen dem 1. Januar 2014 und 4. Dezember 2021 (Stichtag der Datenerhebung) berücksichtigt werden.

Schweizer Beteiligungen⁴

Mit 487 Beteiligungen pro Million Einwohnerinnen und Einwohner an Horizon 2020 lag die Schweiz hinter den Niederlanden (558 Beteiligungen) und vor Österreich (483) auf dem zweiten Platz der Vergleichsländer (Abbildung B 5.3).

Beiträge an F&I-Akteure in der Schweiz

Im Rahmen von Horizon 2020 erhielten F&I-Akteure in der Schweiz zwischen 2014 und 2020 insgesamt 2555 Millionen Schweizer Franken (Abbildung B 5.4), das heisst 4% der gesamthaft ausgerichteten Beiträge. Damit platzierte sich die Schweiz direkt hinter den Niederlanden (4976 Mio. CHF) und vor Schweden (2163 Mio. CHF), Österreich (1796 Mio. CHF) und Israel (1243 Mio. CHF) auf dem viertletzten Rang der Vergleichsländer. Auf den ersten Rängen lagen Deutschland (9397 Mio. CHF), das Vereinigte Königreich (7661 Mio. CHF), Frankreich (7083 Mio. CHF) und Italien (5301 Mio. CHF).

Der durchschnittliche Beitrag an eine Schweizer Beteiligung⁵ bezifferte sich zwischen 2014 und 2020 auf 606 300 Schweizer Franken (Abbildung B 5.5). Die Schweiz stand damit an zweiter Stelle hinter Israel (675 000 CHF). Darauf folgten die Niederlande (520 500 CHF) und Deutschland (525 800 CHF). Alle Vergleichsländer lagen über dem Durchschnitt der EU-Mitgliedsstaaten und assoziierten Länder (307 600 Schweizer Franken).

⁴ Die Daten zu Horizon 2020 (8. RPFI) ändern sich möglicherweise noch. Eine genauere Bilanz wird im Jahr 2023 erwartet.

⁵ Für die Berechnung des Durchschnittes wird das Total der Beiträge an Schweizer F&I-Akteure durch die Anzahl Beteiligungen geteilt.

Erfolgsquote der Projektvorschläge

Die Europäische Kommission sprach im Rahmen von Horizon 2020 knapp zwei von zehn von Schweizer F&I-Akteuren eingereichten Projektvorschlägen eine Finanzierung zu. Die Erfolgsquote der Projektvorschläge betrug somit 17,5%⁶ (Abbildung B 5.6). Damit platzierte sich die Schweiz mit dem gleichen Wert wie die Niederlande und mit einer minimalen Differenz hinter Frankreich (17,8%) und Österreich (17,6%) auf dem dritten Rang der Vergleichsländer. Sie lag damit drei Prozentpunkte über dem Durchschnitt aller Mitgliedstaaten und assoziierten Länder (14,5%). Dies weist auf die sehr gute Qualität der Schweizer Projektvorschläge hin.

ERC-Grants

Der Europäische Forschungsrat (European Research Council, ERC) ist eine 2007 von der Europäischen Kommission gegründete Institution zur Förderung von Grundlagenforschung. Der ERC fördert in erster Linie vielversprechende Forschungsprojekte einzelner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Disziplinen mit hochdotierten Stipendien.

Im Rahmen von Wettbewerbsverfahren werden drei Arten von Stipendien vergeben:

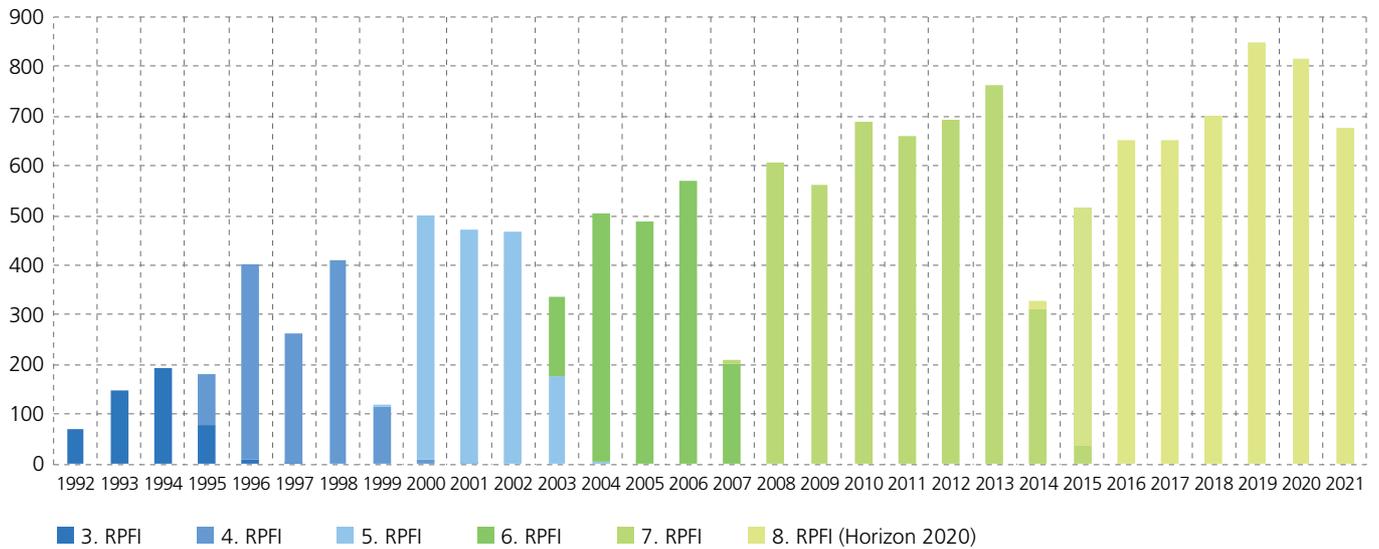
- Starting Grants: für junge Forschende am Anfang ihrer Karriere mit einer Forschungserfahrung von zwei bis sieben Jahren nach dem Doktorat;
- Consolidator Grants: für hervorragende Forschende mit einer Forschungserfahrung von sieben bis zwölf Jahren nach dem Doktorat;
- Advanced Grants: für erfahrene Forschende, die in der Wissenschaftslandschaft etabliert sind.

Zwischen 2014 und 2020 erhielten in der Schweiz tätige Forschende 157 Starting Grants (5,4% aller im Betrachtungszeitraum vergebenen Starting Grants), 130 Consolidator Grants (5,5%) und 123 Advanced Grants (7,2%) (Abbildung B 5.7). Mit diesen Werten rangiert die Schweiz hinter dem Vereinigten Königreich, Deutschland und Frankreich sowie den Niederlanden auf dem fünften Rang der Vergleichsländer.

Unter Berücksichtigung der Bevölkerungszahl und der genannten Arten von ERC-Grants erhielten Forschende in der Schweiz zwischen 2014 und 2020 insgesamt 47 Stipendien pro Million Einwohnerinnen oder Einwohner. Damit lag die Schweiz auf dem ersten Rang der Vergleichsländer vor Israel (37) und den Niederlanden (35). Das Vereinigte Königreich (20), Frankreich (14) und Deutschland (13) lagen vor Italien (6) auf den letzten Rängen.

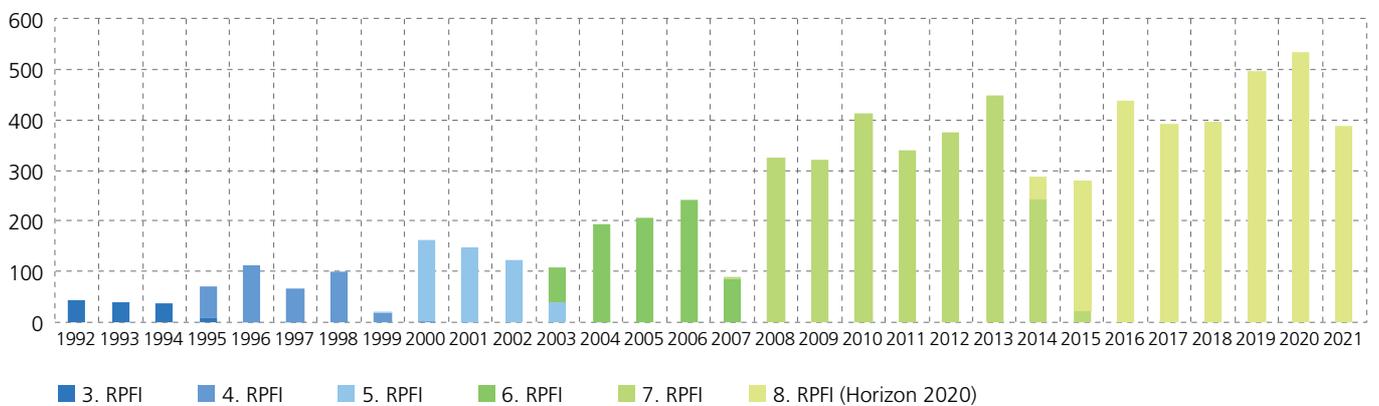
⁶ Für die Berechnung der Erfolgsquote wird das Total der eingereichten Projektvorschläge durch die Anzahl der bewilligten Projekte geteilt.

Abbildung B 5.1: Anzahl neue Schweizer Beteiligungen an den RPFi, 1992–2021



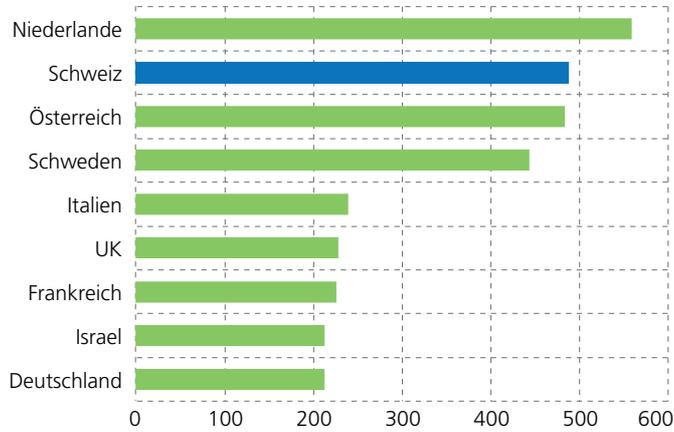
Stichtag: 4. Dezember 2021
 Quelle: Europäische Kommission, SBFi

Abbildung B 5.2: Verpflichtete Fördermittel für im Rahmen der RPFi aktive Schweizer F&I-Akteure in Mio. CHF, 1992–2021



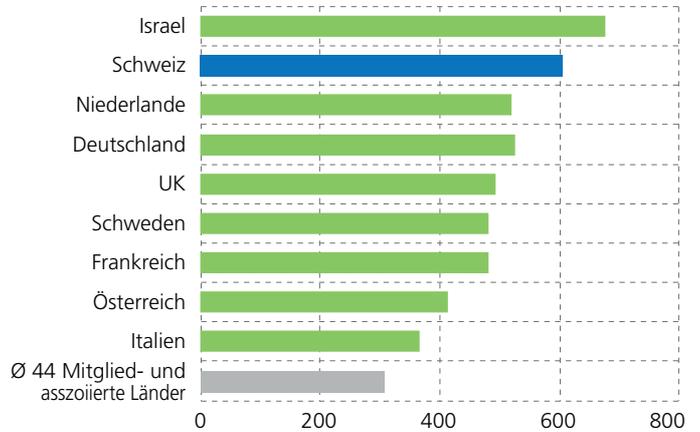
Stichtag: 4. Dezember 2021
 Quelle: Europäische Kommission, SBFi

Abbildung B 5.3: Anzahl Beteiligungen an Horizon 2020 pro Mio. Einwohnerinnen/Einwohner, 2014–2020



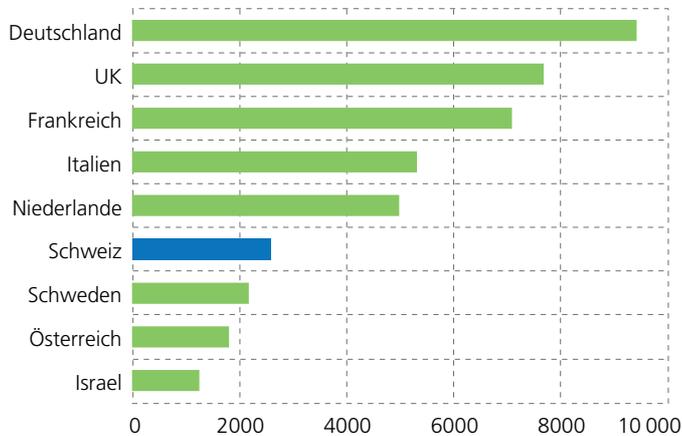
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die RPFi assoziierte Staaten sind.
Stichtag: 4. Dezember 2021
Quelle: Europäische Kommission, SBFi

Abbildung B 5.5: Durchschnittlicher Beitrag pro Beteiligung an Horizon 2020 in Tausend CHF, 2014–2020



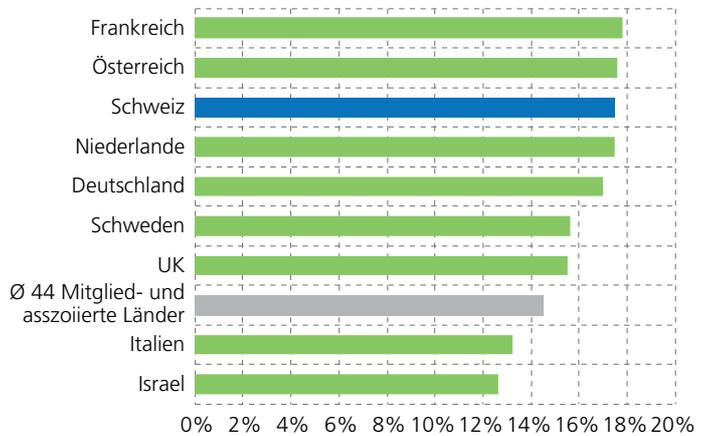
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die RPFi assoziierte Staaten sind.
Durchschnitt der 44 Mitglieds- und assoziierten Länder = 307 600 CHF
Stichtag: 4. Dezember 2021
Quelle: Europäische Kommission, SBFi

Abbildung B 5.4: Verpflichtete Fördermittel im Rahmen von Horizon 2020 in Mio. CHF, 2014–2020



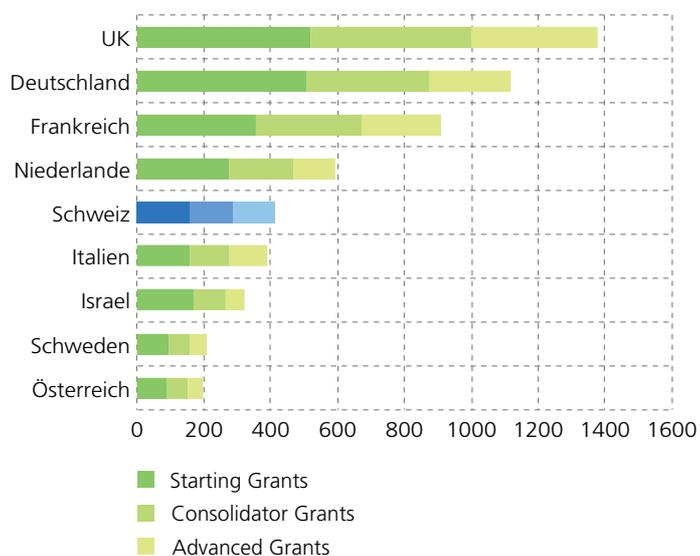
In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die RPFi assoziierte Staaten sind.
Stichtag: 4. Dezember 2021
Quelle: Europäische Kommission, SBFi

Abbildung B 5.6: Erfolgsquote der im Rahmen von Horizon 2020 eingereichten Projektvorschläge, 2014–2020



In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die RPFi assoziierte Staaten sind.
Durchschnitt der 44 Mitglieds- und assoziierten Länder = 14,5%
Stichtag: 4. Dezember 2021
Quelle: Europäische Kommission, SBFi

Abbildung B 5.7: Anzahl ERC-Grants, 2014–2020



In der Grafik sind nur diejenigen Vergleichsländer dargestellt, die EU-Mitglieder oder an die RPI assoziierte Staaten sind.

Stichtag: 4. Dezember 2021

Quelle: ERC

6 Wissenschaftliche Publikationen

Die Veröffentlichung von Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften ist für Forschende das wichtigste Mittel, um wissenschaftliche Erkenntnisse zu verbreiten. Dabei steigt die Reputation für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, je renommierter die Zeitschrift ist, was gleichzeitig mit einer strengen Qualitätsprüfung (Peer-Review-Prozess) verbunden ist. Publikationen widerspiegeln demzufolge die Beiträge zum Wissenszuwachs und sind in vielen Fällen die Grundlage bedeutender Innovationen. Durch die Analyse von Produktion und Wirkung der Publikationen sowie der Zusammenarbeit der Autorinnen und Autoren kann der Platz der Schweiz hinsichtlich Wissensgenerierung evaluiert werden.

6.1 Umfang der Publikationen

Um die wissenschaftliche Leistung eines Landes zu beurteilen, wird in einem ersten Schritt der Umfang der im betreffenden Land verfassten Publikationen mit dem gesamten Output an wissenschaftlichen Publikationen weltweit verglichen. Berücksichtigt werden dabei international beachtete wissenschaftliche Zeitschriften (vgl. Definition unten). Die Analyse pro Forschungsbereich zeigt die Stärken und Schwächen eines Landes in den verschiedenen Wissenschaftsfeldern auf.

Im Zeitraum 2016 bis 2020 betrug der Anteil schweizerischer Publikationen an sämtlichen Publikationen weltweit um 1% (Tabelle B 6.1). Ebenso wies auch Schweden einen Anteil von 1% auf. An der Spitze der Rangliste lagen die USA (19,6%), gefolgt von China (15,6%), dessen Anteil stark angestiegen ist. Zwischen 2012 und 2020 verzeichnete die Schweiz eine signifikante jährliche Wachstumsrate von durchschnittlich 7,6%. Nur China und Singapur wiesen noch höhere Zuwachsraten auf.

Im Verhältnis zur Bevölkerungsgrösse lag die Schweiz im Zeitraum 2016 bis 2020 mit 8015 Publikationen pro Jahr und pro Million Einwohnerinnen und Einwohner auf dem ersten Rang der Vergleichsländer. Dieser Indikator weist auf eine überdurchschnittliche Forschungsproduktivität der Schweizer Wissenschaft hin.

Zwischen 2016 und 2020 waren in der Schweiz die Forschungsbereiche «Klinische Medizin» (27%), «Biolwissenschaften (Life Sciences)» (23%) und «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» (22%) in den Publikationen am stärksten vertreten (Abbildung B 6.2). Die Werte für die Schweiz weichen dabei nur wenig von denjenigen der USA ab. Im Vergleich mit den USA ist die Schweiz in den Disziplinen «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» stärker und im Bereich «Sozial- und Verhaltenswissenschaften» schwächer vertreten.

6.2 Impact der Publikationen

Zu berücksichtigen ist nicht nur die Anzahl der veröffentlichten Artikel in wissenschaftlichen Zeitschriften, sondern auch die Wirkung einer Publikation, das heisst die Beachtung, die sie bei den Forschenden erhält. Indikator dafür ist die Häufigkeit, mit der eine Publikation in anderen Publikationen zitiert wird (Einflussfaktor oder Impact Factor).

Mit dem dritten Rang hinter den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich verzeichnete die Schweiz im Betrachtungszeitraum 2016–2020 auch in Bezug auf diesen Indikator eine sehr gute Klassierung (Abbildung B 6.3). Publikationen von Forschenden aus Südkorea und China lagen gemessen am Impact an letzter Stelle beziehungsweise unter dem globalen Durchschnitt.

In der Schweiz wiesen zwischen 2016 und 2020 die Publikationen in den drei Bereichen «Landwirtschaft, Biologie und Umweltwissenschaften», «Technische und Ingenieurwissenschaften, Informatik» sowie «Physik, Chemie und Erdwissenschaften» den grössten Impact auf (Abbildung B 6.4). Insgesamt lagen die Werte für alle Bereiche (auch für «Life Sciences», «Klinische Medizin», «Sozial und Verhaltenswissenschaften» sowie «Geisteswissenschaften und Kunst») über dem europäischen und dem weltweiten Durchschnitt. Dieses Ergebnis könnte Ausdruck der vergleichsweise hohen Investitionen sein, welche die Schweiz in die Grundlagenforschung tätigt, vor allem im Bereich der exakten Wissenschaften und der Naturwissenschaften.

In den meisten Disziplinen haben die Publikationen von Schweizer Forschenden eine ähnliche oder sogar eine grössere Wirkung als die Publikationen von Forschenden aus den USA. Ausnahmen sind die Bereiche «Sozial- und Verhaltenswissenschaften» sowie «Humanwissenschaften und Kunst», bei denen die USA besser abschneiden als die Schweiz.

6.3 Internationale Vernetzung

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

Im Zeitraum 2016 bis 2020 betrug der Anteil der Publikationen, die auf internationalen Partnerschaften beruhten, für die Schweiz 84%. Damit lag die Schweiz auf dem zweiten Rang der Vergleichsländer, hinter Österreich (85%) und vor Schweden (82%) (Abbildung B 6.5). Seit dem Zeitraum 2008 bis 2012, in welchem die Schweiz mit 79% die Spitzenposition innehatte, hat sich ihr Anteil internationaler Partnerschaften um fünf Prozentpunkte erhöht. Den höchsten Anstieg verzeichneten Singapur (+15 Prozentpunkte), Südkorea (+14) und Israel (+13).¹

¹ Für eine ausführlichere Analyse siehe «Wissenschaftliche Publikationen in der Schweiz, 2008–2020» (SBFI, 2022).

Die Grenzen der bibliometrischen Analyse

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

Die Bibliometrie beruht hauptsächlich auf englischsprachigen Zeitschriften. Viele Artikel, die nicht auf Englisch verfasst werden (insbesondere in den Sozial- und Geisteswissenschaften), 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.

Literatur

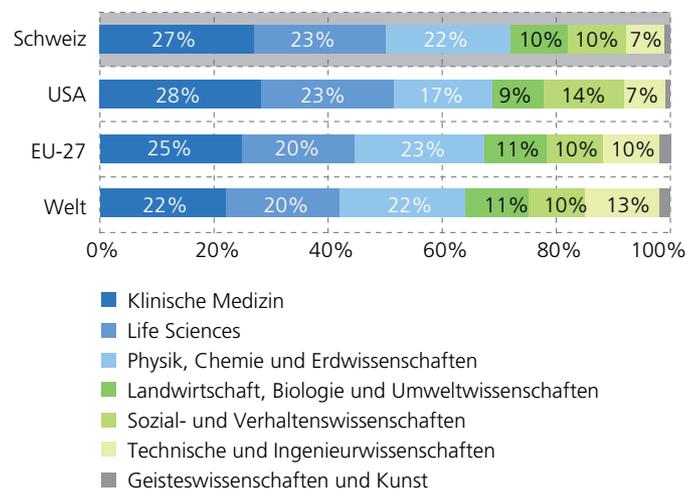
SBFI (2022): Wissenschaftliche Publikationen in der Schweiz, 2008–2020. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.

Tabelle B 6.1: Wissenschaftliche Publikationen

	Anzahl Publikationen pro Jahr und pro Million Einwohnerinnen/ Einwohner, 2016–2020	Anteil der weltweiten Publikationen, 2016–2020	Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des Publikationsaufkommens, 2012–2020
Schweiz	8015	1,0%	7,6%
Schweden	6487	1,0%	7,2%
Niederlande	6234	1,6%	6,2%
Singapur	5462	0,5%	9,0%
UK	4497	4,5%	6,6%
Frankreich	4245	4,3%	5,2%
Israel	4056	0,5%	5,7%
USA	3958	19,6%	5,6%
Österreich	3890	0,5%	6,6%
Italien	3834	3,5%	4,3%
Deutschland	3397	4,3%	6,4%
Südkorea	3284	2,6%	7,5%
China	739	15,6%	17,3%

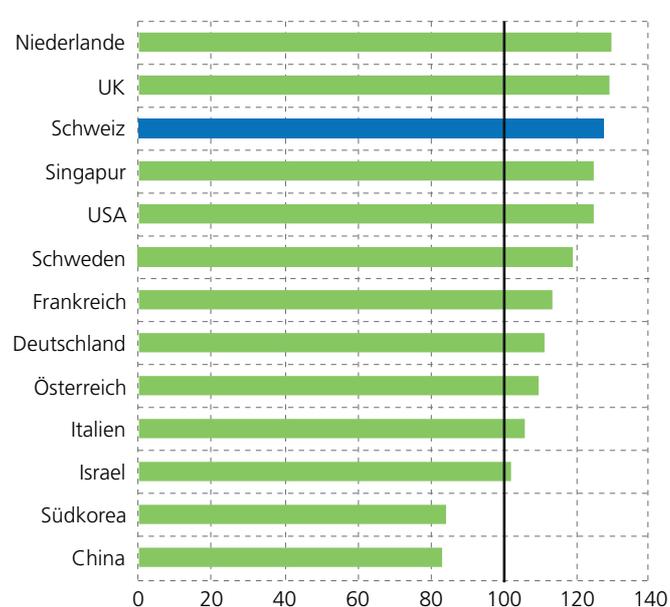
Gliederung nach Publikationen pro Million Einwohnerinnen/Einwohner
Quelle: SBFi

Abbildung B 6.2: Wissenschaftliche Publikationen nach Forschungsbereich, Durchschnitt 2016–2020



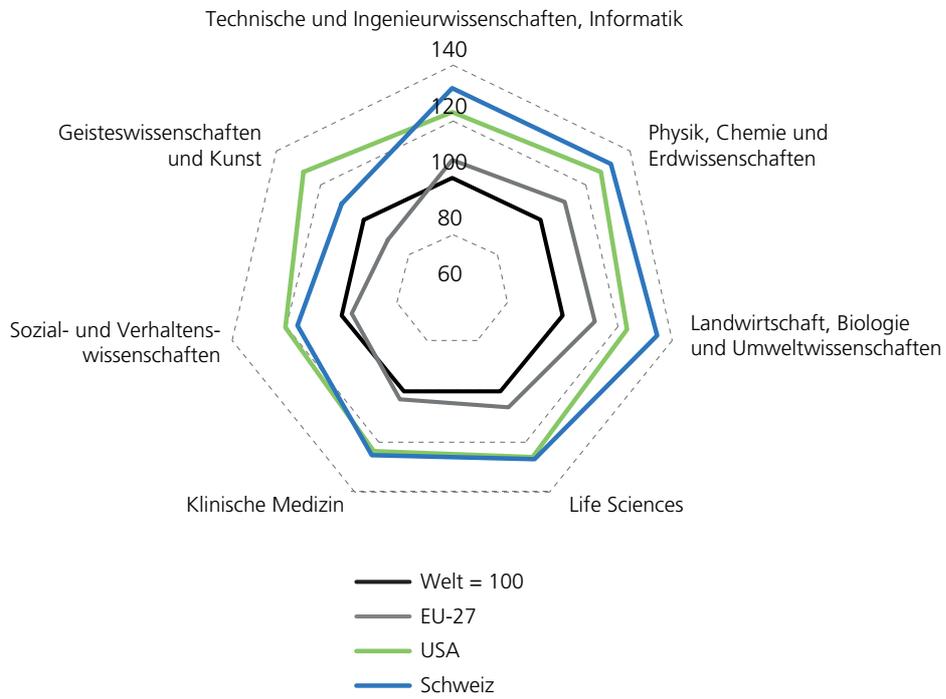
Quelle: SBFi

Abbildung B 6.3: Impact der Publikationen, Durchschnitt 2016–2020



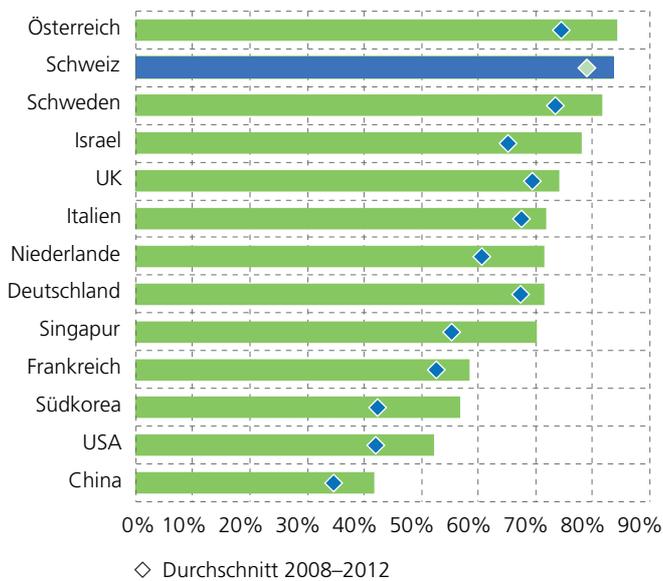
Relativer Zitationsindex: 100 = Weltdurchschnitt
Quelle: SBFi

Abbildung B 6.4: Impact der Publikationen nach Forschungsbereich, Durchschnitt 2016–2020



Quelle: SBF

Abbildung B 6.5: Anteil der internationalen Partnerschaften an der Gesamtzahl der gemeinsam erarbeiteten Publikationen, Durchschnitt 2016–2020



Quelle: SBF

7 Patente

Eine hohe Anzahl an Erfindungen ist für die technologische Wettbewerbsfähigkeit eines Landes wesentlich (Arvanitis et al., 2015). Entsprechend spielen Patente im Innovationsbereich eine grosse Rolle. Ein Patent ist ein Schutzrecht für eine technische Erfindung.¹ Es gibt der Erfinderin oder dem Erfinder die Möglichkeit, Dritte daran zu hindern, ihre Erfindung ohne Erlaubnis kommerziell herzustellen, zu nutzen, zu verkaufen, zu importieren oder zu vertreiben. Unternehmen können mit ihren Erfindungen handeln, indem sie Patente beispielsweise verkaufen oder Dritte lizenzieren. Patente erleichtern somit die Vermarktung von Wissen und ermöglichen es, die getätigten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen zu amortisieren und sich einen Wettbewerbsvorteil zu sichern. Da die Erfindung in der Patentanmeldung soweit offengelegt werden soll, dass eine sachkundige Person diese reproduzieren kann, können Patente unter anderem auch einen Beitrag zum Technologietransfer leisten (SBFI, 2016 & 2020).

Patentanmeldungen erfolgen am Ende der Forschungs- und Entwicklungsarbeit und gehören zu den am häufigsten verwendeten Indikatoren, um den Output technischen Wissens einer Volkswirtschaft zu messen (OECD, 2009). Indikatoren, die sich auf Patente abstützen, bieten den Vorteil, dass sie ein breites Spektrum an Technologien abdecken und einen engen Bezug zu den Erfindungen haben. Zudem beruhen sie auf international vergleichbaren und weltweit verfügbaren Daten. Grenzen von Patentstatistiken liegen darin, dass viele Patente nicht industriell genutzt werden und dadurch für die Gesellschaft nur von geringem Nutzen sind. Zudem werden nicht alle Erfindungen patentiert: Sofern der Schutz vor Nachahmungen anderweitig garantiert ist, zum Beispiel durch Zeitvorsprung gegenüber Konkurrenzunternehmen oder Geheimhaltung, sind Patente weniger relevant.

7.1 Nationale und internationale Patente

Zahlreiche Länder verfügen über nationale Patentämter, die Erfindungen ausschliesslich auf nationaler Ebene schützen. In der Schweiz prüft und erteilt das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum (IGE) gewerbliche Schutzrechte.

Aufgrund der Globalisierung der Forschung und Entwicklung werden allerdings nur wenige in der Schweiz entwickelte Innovationen beim IGE als Prioritätsanmeldung² hinterlegt (SBFI, 2020). Neben den nationalen Anmeldungen können Patente auch beim Europäischen Patentamt (EPA bzw. European Patent Office, EPO) eingereicht werden, um mit einer einzigen Anmeldung Schutz in den

meisten europäischen Staaten zu erhalten. Auch mit dem Vertrag über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (Patent Cooperation Treaty, PCT), der von der Weltorganisation für geistiges Eigentum (World Intellectual Property Organization, WIPO) verwaltet wird, kann mit nur einer Anmeldung Schutz in einer grossen Anzahl an Ländern erzielt werden.

Der Anteil der Schweiz am Gesamtvolumen der PCT-Patentanmeldungen sämtlicher OECD-Länder war mit 1,5% bzw. 2889 Anmeldungen 2018 bescheiden (OECD, 2021). Dieser tiefe Wert ist weitgehend durch die geringe geografische Grösse der Schweiz bedingt. Aussagekräftiger ist dieser Wert in Relation zur Bevölkerungsgrösse. Mit 339 PCT-Patentanmeldungen pro Million Einwohnerinnen und Einwohner lag die Schweiz 2018 auf dem ersten Platz im Vergleich mit den Referenzländern (Abbildung B 7.1) – fast gleichauf mit Schweden (338) und Südkorea (336). China lag mit 38 Patentanmeldungen pro Million Einwohnerinnen und Einwohnern im Ländervergleich an letzter Stelle.

Die Zuwachsrate im Vergleich zu 2012 war für die Schweiz mit 3% relativ gering (von 329 im Jahr 2012 auf 339 im Jahr 2018). Die meisten europäischen Referenzländer verzeichneten wie die Schweiz im Vergleich zu 2012 keine oder eine geringe Veränderung. Anders die asiatischen Länder, die höhere Zuwachsraten aufwiesen – sowohl Länder, die bereits 2012 auf einem (relativ) hohen Niveau lagen (wie z.B. Südkorea mit einer Zuwachsrate von 49% und Singapur mit 25%), als auch Länder, die 2012 im Vergleich hinten lagen und bis 2018 eine starke Entwicklung aufwiesen (China mit 170 %).

7.2 Internationale Zusammenarbeit

Die Internationalisierung der Forschungs- und Innovationstätigkeiten ermöglicht es Unternehmen, ihre Ressourcen zur Forschungsförderung zusammenzulegen. Begünstigt wurde die Internationalisierung unter anderem durch zunehmend globale Wertschöpfungsketten, höhere Flexibilisierung bei grenzüberschreitenden Projekten oder Unterschiede in den Kosten für F&E. Zudem erlaubt die Internationalisierung den Forschenden, mit ausländischen Forschungseinrichtungen zusammenzuarbeiten, Synergien sowie Komplementaritäten zu nutzen und neue technologische Kompetenzen zu erwerben (OECD, 2009).

Die Internationalisierung der wissenschaftlichen Aktivitäten kann auch mithilfe von Patentdaten beobachtet werden. In den Patentschriften sind die Erfinderin und der Erfinder sowie die Anmelderin oder der Anmelder³ inklusive ihren Anschriften und Wohnsitz-

¹ Der Patentschutz ist nur eines von mehreren Schutzrechten wie Marken, Designs, Urheberrechte, Herkunftsangaben, Rechte an Pflanzensorten und – in einigen Ländern – Gebrauchsmuster (SBFI, 2020).

² Die Prioritätsanmeldung ist die erste Anmeldung, die weltweit bei einem beliebigen Patentamt für eine bestimmte Erfindung eingereicht wird. Mit dieser beginnt der Ablauf der Prioritätsfrist, während der eine Erfindung in weiteren Ländern zum Patent angemeldet werden kann (OECD, 2009).

³ Die Anmelderin bzw. der Anmelder ist die Patentinhaberin oder der Patentinhaber zum Zeitpunkt der Anmeldung. Meist ist dies das Unternehmen, welches die Erfinderin bzw. den Erfinder beschäftigt. Es ist allerdings auch möglich, dass die Patent-Anmelderin bzw. der Patent-Anmelder identisch ist mit der Erfinderin bzw. dem Erfinder.

ländern angegeben (OECD, 2009). Anhand dieser Informationen lässt sich die geografische Organisation von Forschungs- und Innovationsaktivitäten nachvollziehen.

In internationaler Zusammenarbeit eingereichte Patentanmeldungen

Patentanmeldungen unter dem PCT können von mehreren Erfinderinnen und Erfindern gemeinsam eingereicht werden. 2018 wurden in der Schweiz 39% der 3657 PCT-Patentanträge in Zusammenarbeit mit mindestens einer ausländischen Miterfinderin oder einem Miterfinder angemeldet (Abbildung B 7.2). Über 67% dieser Miterfinderinnen und Miterfinder arbeiten in EU-Mitgliedstaaten (EU-27) und knapp 21% in den USA (OECD, 2021). Im Vergleich lag die Schweiz 2018 an der Spitze der Referenzländer, was ihre starke internationale Vernetzung aufzeigt. In den asiatischen Volkswirtschaften China und Südkorea blieb der Anteil der mindestens mit einer Miterfinderin oder einem Miterfinder eingereichten PCT-Patentanmeldungen unter 6%. Die Veränderungen des Anteils im Vergleich zu 2012 waren in allen Ländern gering und lagen zwischen 0 und 3,5 Prozentpunkten.

Schweizer Erfindungen in ausländischem Eigentum

In der Schweiz erworbenes Wissen wird auch von ausländischen Unternehmen genutzt. Der Anteil der PCT-Patentanmeldungen, die von Unternehmen mit Sitz im Ausland für in der Schweiz realisierte Erfindungen eingereicht wurden, unterstreicht die Attraktivität der in der Schweiz gewonnenen Erkenntnisse. Die Schweiz gehört zu den vier attraktivsten Ländern für ausländische Investitionen zur Gewinnung neuer Erkenntnisse (Abbildung B 7.3). 2018 waren 28,1% der 3657 PCT-Patentanmeldungen, die unter dem Namen einer in der Schweiz niedergelassenen Erfinderin oder eines Erfinders eingereicht wurden, im Eigentum ausländischer Unternehmen. 53,5% davon hatten ihren Sitz in Europa, 26,8% in den USA (OECD, 2021). Singapur erreichte bei diesem Indikator einen Anteil von 49,7% und damit den höchsten Wert im Vergleich mit den Referenzländern. In Singapur sind 48,1% der von Unternehmen mit Sitz im Ausland eingereichten Patente im Eigentum von US-amerikanischen Unternehmen (OECD, 2021). Auch das Vereinigte Königreich und Österreich schnitten beim Anteil der Patente von Unternehmen mit Sitz im Ausland etwas besser ab als die Schweiz: Der Anteil lag in beiden Ländern bei rund 34% gemessen an der Gesamtzahl der Patente. Die Anteile von China und Südkorea lagen unter 10% und damit unter dem OECD- (13,4%) sowie dem EU-27-Durchschnitt (14%).

In Singapur war zudem der höchste Anstieg seit 2012 zu verzeichnen (+13 Prozentpunkte), während die Veränderungen in den anderen Ländern relativ gering blieben, mehrheitlich unter einem Prozentpunkt. In der Schweiz war seit 2012 ein Rückgang von 2,5 und in Israel von elf Prozentpunkten zu verzeichnen.

7.3 Patente in IKT- und Umwelt-Technologien

Die Entwicklung neuer Technologien und die daraus resultierenden Produkte leisten einen grossen Beitrag an die Wertschöpfung und Innovationsleistungen eines Landes. Zu den grossen globalen Herausforderungen, zu deren Bewältigung auch die Forschungs- und Innovationsgemeinschaft aufgefordert ist, gehören die Digitalisierung sowie die nachhaltige Entwicklung.⁴ Nachfolgend wird der Blick auf Patentanmeldungen in denjenigen Technologiebereichen gerichtet, welche Digitalisierung und nachhaltige Entwicklung begünstigen können.

Patente in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT-Patente)⁵

2018 stammten 11% aller PCT-Patentanmeldungen in der Schweiz aus dem IKT-Bereich (Abbildung B 7.4). Damit lag die Schweiz im hinteren Drittel der Vergleichsländer und wies einen tieferen Anteil auf als der OECD- (25%) sowie EU-27-Durchschnitt (18%). China lag mit 49% an der Spitze der Vergleichsländer. In Schweden betrug der Anteil über 40%, in Südkorea, Singapur und den USA über 30%.

Die IKT-Anteile am Gesamtvolumen der Patentanmeldungen sind seit 2012 in den meisten Ländern relativ stabil geblieben. Für die Schweiz betrug der Anteil 2012 12,5%, während China mit einem Anteil von 56% auch 2012 an der Spitze der Vergleichsländer zu stehen kam. In Israel hat sich der Anteil im Vergleich zu 2012 am stärksten verändert (fast –12 Prozentpunkte).⁶

Patente in Umwelttechnologien

Neben den IKT-Patenten werden im Hinblick auf die Herausforderungen des Klimawandels und den zur Erreichung der Klimaziele gefragten Innovationen auch den Umwelttechnologien grosses Potenzial und hohe Marktchancen eingeräumt.

2018 betrug in der Schweiz der Anteil an Patentanmeldungen im Bereich Umwelttechnologien 7,5%, gemessen an allen PCT-Anmeldungen (Abbildung B 7.5). Die Schweiz lag damit hinter dem OECD- (10,3%) sowie dem EU-27-Durchschnitt (12,8%) und etwa

⁴ Neben der Chancengerechtigkeit sind die nachhaltige Entwicklung und die Digitalisierung denn auch in der BFI-Botschaft 2021–24 als transversale Themen verankert.

⁵ Der Indikator ist in Bezug auf die Innovationsleistung mit Vorsicht zu geniessen, da Patentanmeldungen erzielte Fortschritte im digitalen Bereich nicht vollständig erfassen. Diese sind häufig auf Innovationen zurückzuführen, die sich zunehmend im Open-Source-Bereich entwickeln (z.B. durch Software, die für alle zugänglich, editierbar und ausführbar ist) (SBFI, 2020).

⁶ Im Bericht «Forschung und Innovation in der Schweiz 2020» wurden die Patentanmeldungen in IKT-Technologien basierend auf Daten zu IP5-Patentfamilien aufgeführt. In diesem Bericht werden aus Gründen der Kohärenz alle in Kapitel 7 dargestellten Indikatoren basierend auf den PCT-Anmeldungen ausgewiesen. Die Reihenfolge der Länder ist bei beiden Datensätzen ähnlich. Zum Vergleich werden im Folgenden die auf den IP5-Patentfamilien basierenden Zahlen für 2018 zusätzlich angegeben: In der Schweiz war ein Anteil von 15% aller Patentanmeldungen (gemäss IP5-Familien) im IKT-Bereich zu verzeichnen. Der OECD-Durchschnitt lag bei 33%, während die führenden Länder China (54%), Südkorea (51%) und Singapur (49%) einen Anteil um 50% aufwiesen.

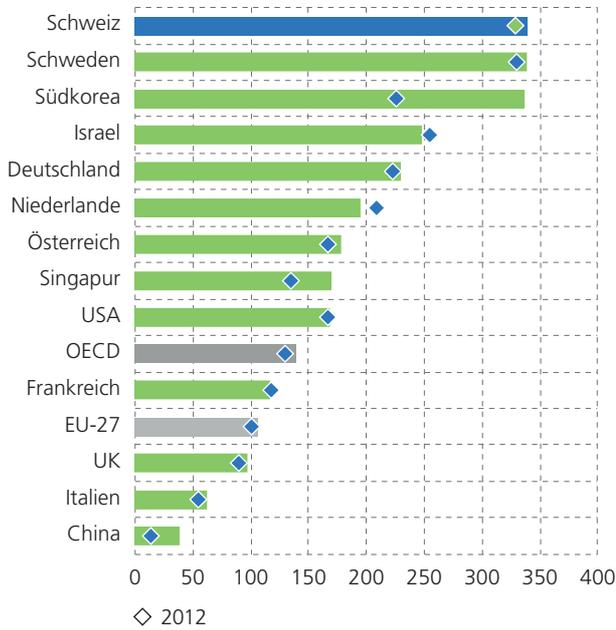
gleichauf mit Israel und China. Österreich, Deutschland und Frankreich verzeichneten mit jeweils über 13% die höchsten Anteile in dieser Technologiesparte. Die Unterschiede zwischen den Prozentsätzen der Länder sind im Vergleich zu den IKT-Patentdaten jedoch relativ klein.

Im Vergleich zu 2012 gingen die Anteile der Patentanmeldungen in Umwelttechnologien in allen Vergleichsländern leicht zurück: In der Schweiz betrug der Rückgang 1,6 Prozentpunkte, in Singapur war mit 6,9 Prozentpunkten der grösste Rückgang festzustellen.

Literatur

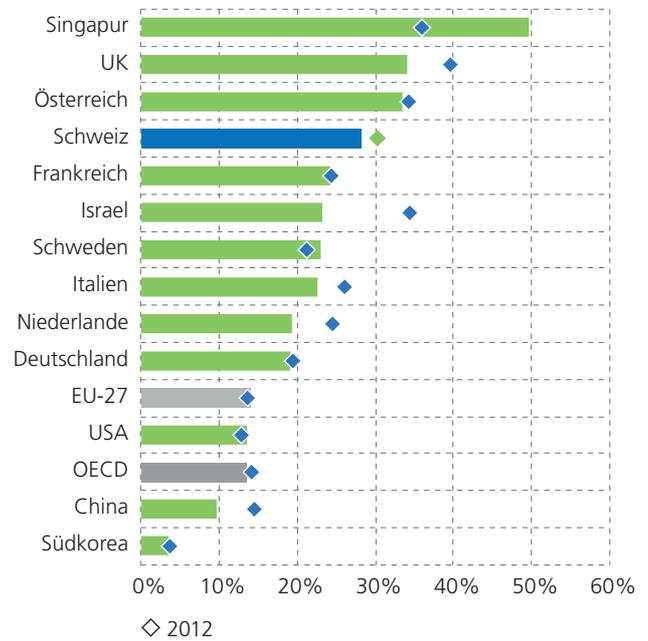
- Arvanitis, S., Seliger, F., Veseli, K., Wörter, M. (2015): Patentportfolio Schweiz. Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation SBFI. Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF ETH Zürich.
- OECD (2009): OECD Patent Statistics Manual. Verfügbar unter: <https://www.oecd.org/sti> > Science, technology and innovation policy > Measuring science, technology and innovation > Key Publications > Patent Statistics Manual.
- OECD (2021): Patents Statistics. Verfügbar unter: <https://stats.oecd.org/> > Science and Technology > Patents Statistics.
- SBFI (2016): Forschung und Innovation in der Schweiz 2016. Teil A, Kapitel 1. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2020): Forschung und Innovation in der Schweiz 2020. Teil C, Studie 6: Schutz des geistigen Eigentums und Innovation in der Schweiz. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.

Abbildung B 7.1: PCT-Patentanmeldungen pro Mio. Einwohnerinnen/Einwohner, 2018



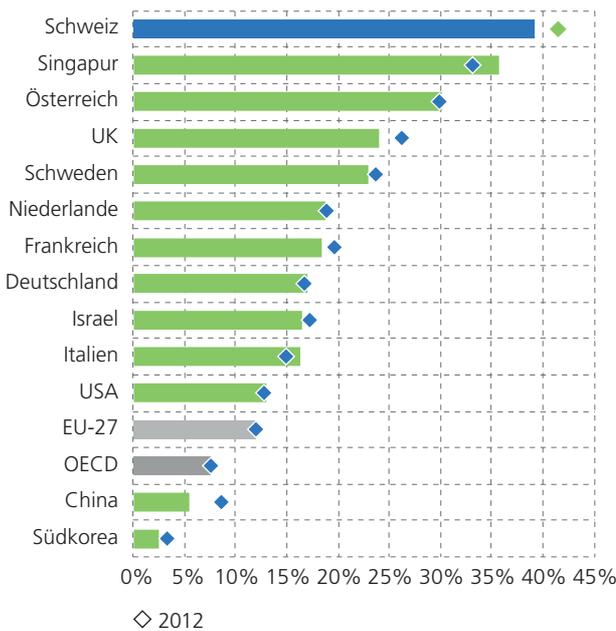
Nach Wohnsitz der Erfinderin bzw. des Erfinders
Quelle: OECD

Abbildung B 7.3: Anteil der PCT-Patentanmeldungen im Eigentum von Unternehmen mit Sitz im Ausland, 2018



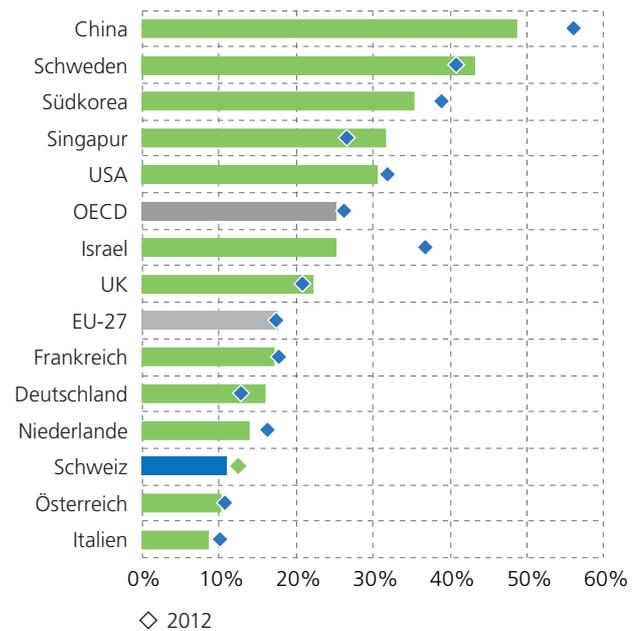
Nach Wohnsitz der Erfinderin bzw. des Erfinders
Quelle: OECD

Abbildung B 7.2: Anteil der PCT-Patentanmeldungen mit Angabe mindestens einer ausländischen Miterfinderin/eines ausländischen Miterfinders, 2018



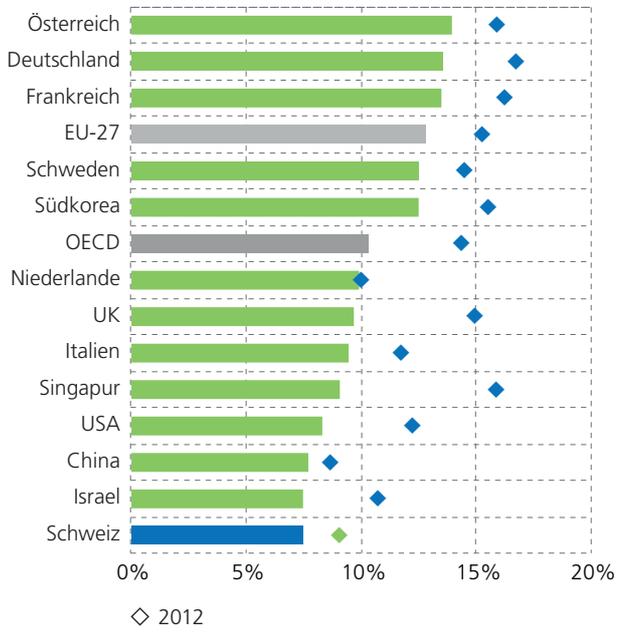
Nach Wohnsitz der Erfinderin bzw. des Erfinders
Quelle: OECD

Abbildung B 7.4: PCT-Patentanmeldungen in IKT-Technologien in Prozent der Gesamtanmeldungen, 2018



Nach Wohnsitz der Erfinderin bzw. des Erfinders
Quelle: OECD

Abbildung B 7.5: PCT-Patentanmeldungen in Umwelt-Technologien in Prozent der Gesamtanmeldungen, 2018



Nach Wohnsitz der Erfinderin bzw. des Erfinders
Quelle: OECD

8 Innovationsaktivitäten der Unternehmen

Die vorangehenden Kapitel befassten sich mehrheitlich mit den für Forschung und Innovation erforderlichen Rahmenbedingungen sowie mit den Mitteln und Instrumenten, die zur Förderung der Forschungs- und Innovationsaktivitäten eingesetzt werden (Inputindikatoren). Anhand der Anzahl publizierter wissenschaftlicher Artikel (Kapitel 6) und der Patentanmeldungen (Kapitel 7) lässt sich der Erfolg dieser Bemühungen zumindest teilweise abschätzen. Publikationen und Patente sind aber für eine Volkswirtschaft nur dann von Nutzen, wenn sie sich in innovativen Produkten und Verfahren niederschlagen. Deshalb gilt es zu prüfen, ob sich die Unternehmen die Fortschritte in Form innovativer Produkte und/oder Prozesse zunutze machen können (Outputindikatoren). Das vorliegende Kapitel bezieht sich ausschliesslich auf Produktinnovationen (Güter und Dienstleistungen), ohne Prozessinnovationen zu berücksichtigen.¹ Am Schluss des Kapitels folgt ein kurzer Exkurs zum Wissens- und Technologietransfer (WTT).²

8.1 Neugründungen von Unternehmen

Die Gründung von Unternehmen trägt zur Intensivierung des Wettbewerbs, zur Schaffung neuer Arbeitsplätze und zur Erhöhung der Produktionskapazitäten bei. Obwohl dies keine direkte Messgrösse für Innovationsaktivitäten ist, bietet die Gründung neuer Unternehmen einen Anhaltspunkt, um die Dynamik einer Volkswirtschaft einzuschätzen.

Gemäss Global Entrepreneurship Monitor 2020/2021 (GEM) nahmen 9,2% der 18- bis 64-Jährigen in der Schweiz im Jahr 2020 eine unternehmerische Tätigkeit auf (Abbildung B 8.1). Stärker engagiert bezüglich Unternehmensgründungen war die Bevölkerung in den USA (15,4%), in Südkorea (13%), in den Niederlanden (11,5%) sowie in China (10,4%).

Im Vergleich mit 2016 stieg die Unternehmensgründungsrate 2020 insbesondere in Südkorea deutlich an. Weiter wiesen auch die USA und die Schweiz eine nennenswerte Zunahme der Unternehmensgründungen auf.

¹ Der F&I-Bericht 2020 stellte in den Abbildungen B 11.2 und B 11.3 (F&I-Bericht 2022: B 8.2 und B 8.3) die Produkt- und/oder Prozessinnovationen dar. Eurostat hat 2018 jedoch die Definition der Prozessinnovationen stark erweitert, so dass es für alle Länder (ausser für die Schweiz) einen starken Sprung nach oben gibt. Die Schweiz hat die Neudefinition erst 2020 übernommen. Deshalb stellt der vorliegende Zwischenbericht 2022 in den Abbildungen B 8.2 und B 8.3 ausschliesslich die Produktinnovationen dar.

² Ausser zu den Kooperationen von Unternehmen und Hochschulen gibt es keine aktuelleren WTT-Zahlen als diejenigen, die im F&I-Bericht 2020 verwendet wurden. Deshalb enthält Teil B des Zwischenberichts 2022 kein WTT-Kapitel. Verschiedene Aspekte des WTT in der Schweiz werden in Teil A in Kapitel 7 beschrieben.

8.2 Unternehmen mit Produktinnovationen

Obwohl der Anteil der Schweizer Industrieunternehmen, die Produktinnovationen einführen, zwischen den Perioden 2002–2004 und 2014–2016 fast kontinuierlich abnahm, stand die Schweiz in der Periode 2012–2014 mit einem Anteil von 44,9% noch an der Spitze der Vergleichsländer (Abbildung B 8.2). In der Periode 2014–2016³ erfolgte eine weitere Abnahme, und die Schweiz lag mit 39,9% hinter den Niederlanden (40,1%). In der Periode 2016–2018 verzeichnete die Schweiz einen leichten Anstieg um 0,4 Prozentpunkte auf 40,3% und lag damit auf dem dritten Rang der Vergleichsländer hinter Deutschland (43,4%) und Schweden (40,6%).

Im Dienstleistungssektor zeigt sich ein ähnliches Bild (Abbildung B 8.3). In der Periode 2012–2014 war die Schweiz mit einem Anteil von 39,2% auf dem ersten Platz der Vergleichsländer. In der Periode 2016–2018 lag die Schweiz mit einem Wert von 32,8% an vierter Stelle hinter Schweden (43,8%), Deutschland (37,3%) und Österreich (32,9%). 2016–2018 lag der Wert der Schweiz um 0,7 Prozentpunkte höher als 2014–2016 (32,1%).

8.3 Umsatzanteil mit Produktinnovationen am Gesamtumsatz der Unternehmen mit Produktinnovationen

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

Mit einem Umsatzanteil mit innovativen Produkten von 33,3% standen die italienischen Industrieunternehmen 2018 an der Spitze der Vergleichsländer (Abbildung B 8.4). In der Schweiz belief sich dieser Anteil auf 19%. Damit lag die Schweiz vor Frankreich (15,4%) auf dem zweitletzten Platz.

Im Dienstleistungssektor generierten die Schweizer Unternehmen 27,3% des Umsatzes mit der Vermarktung innovativer Dienstleistungen. Damit klassierte sich die Schweiz 2018 an erster Stelle der Vergleichsländer vor Österreich (22,5%) und Italien (22,2%).

Zwischen 2016 und 2018 hat der Wert für die Schweizer Industrieunternehmen um 3,6 Prozentpunkte abgenommen (2016: 22,6%) und bei den Dienstleistungsunternehmen um 5,4 Prozentpunkte zugelegt (2016: 21,9%), wobei diese Werte aufgrund ihrer Abhängigkeit von den Umsatzzahlen naturgemäss fluktuieren.⁴

³ In Teil A, Kapitel 2.1, werden bezüglich Anteil Unternehmen mit F&E- und Innovationsaktivitäten Daten mit Referenzperiode 2018–2020 verwendet. Ein internationaler Vergleich anhand dieser neuesten Daten ist derzeit (Stand: August 2022) noch nicht möglich.

⁴ Zudem lassen sich die in den Abbildungen B 8.3 und 8.4 genannten Unterschiede zwischen den Daten 2016 (F&I-Bericht 2020, SBF, 2020) und den Daten 2018 (F&I-Bericht 2022, SBF, 2022) unter anderem auf die Berechnungsmethode von Eurostat zurückführen (Hulfeld et al., 2022). Weitere mögliche Gründe für die Veränderungen werden in den nachfolgenden Fussnoten genannt.

Grossunternehmen

Bei den Grossunternehmen in der Schweizer Industrie (250 Angestellte und mehr) entfielen 2018 16,6% des Umsatzes auf innovative Produkte (Abbildung B 8.5). Damit platzierte sich die Schweiz auf dem zweitletzten Rang der Vergleichsländer. Die industriellen Grossunternehmen in Deutschland und Schweden verzeichneten Werte von über 25% und in Italien sogar von über 35%.

Auf die innovativen Dienstleistungen entfiel in den Schweizer Grossunternehmen 2018 mit einem Umsatzanteil von 28,7% der höchste Wert der Vergleichsländer.

Zwischen 2016 und 2018 hat der Wert für die grossen Schweizer Industrieunternehmen um 5,8 Prozentpunkte ab- (2016: 22,4%)⁵ und bei den Dienstleistungsunternehmen um 9,9 Prozentpunkte zugenommen (2016: 18,8%).

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

Bei den mittleren Schweizer Unternehmen beziehungsweise den grösseren KMU in der Industrie (50 bis 249 Angestellte) machten im Jahr 2018 die innovativen Produkte 30,1% des Umsatzes aus (Abbildung B 8.6). Damit lag die Schweiz vor Italien (30%) und Österreich (22,5%) auf dem ersten Platz der Vergleichsländer.

Mit einem Anteil von 24,3% lagen die grossen Schweizer KMU des Dienstleistungssektors 2018 hinter Österreich (31,8%) und Italien (30,3%) auf dem dritten Platz der Vergleichsländer.

Zwischen 2016 und 2018 hat der Wert bei den grossen Schweizer KMU in der Industrie um 9,7 Prozentpunkte (2016: 20,4%) zugenommen.⁶ Der Wert nahm auch in Österreich, Italien und Deutschland zu. Der gleiche Wert für die grossen Schweizer KMU des Dienstleistungssektors hat hingegen um 1,5 Prozentpunkte abgenommen. Somit fiel der Umsatzanteil innovativer Produkte im Jahr 2018 – im Gegensatz zu 2016 – bei den grossen Schweizer KMU in der Industrie höher aus als jener im Dienstleistungssektor.

Bei den kleinen Schweizer KMU (10 bis 49 Angestellte) in der Industrie stand die Schweiz 2018 mit einem Umsatzanteil der innovativen Produkte von 31,2% vor Italien (29,1%) an der Spitze der Vergleichsländer (Abbildung B 8.7). Im Dienstleistungssektor lag die Schweiz mit 23,5% hinter Österreich (26,6%) und Italien (25,3%) auf dem dritten Platz.

Zwischen 2016 und 2018 hat der Wert für die kleinen Schweizer KMU in der Industrie um 0,7 Prozentpunkte zu- (2016: 30,5%) und im Dienstleistungssektor um 9,3 Prozentpunkte abgenommen (2016: 32,8%).⁷

8.4 Unternehmens- und Marktneuheiten

Ein innovatives Produkt kann entweder nur für das Unternehmen neu sein oder auch für den Markt. Neuheiten für den Markt weisen ein höheres Potenzial auf, da sie sich an ein grösseres Kundensegment richten und das Unternehmen sich damit bestehende Marktanteile sichert oder gar mehr Umsatz erzielt.

Industrie

2018 machten die Marktneuheiten für die Unternehmen der Schweizer Industrie 5,3% des Umsatzes von Unternehmen mit Produktinnovationen aus, während der Anteil der Unternehmensneuheiten 13,7% betrug (Abbildung B 8.8). Die Schweizer Unternehmen erzielten also mit der Optimierung beziehungsweise der Weiterentwicklung bestehender Güter mehr Umsatz als mit Marktneuheiten.

Im internationalen Vergleich lag die Schweiz im Jahr 2018 beim Anteil der Marktneuheiten am Umsatz auf dem letzten Platz der Vergleichsländer. An der Spitze waren Italien (13,4%) und Frankreich (9,5%). Beim Anteil der Unternehmensneuheiten schnitt die Schweiz etwas besser ab und platzierte sich nach Italien (19,9%), Deutschland (19,7%) und Schweden (15,5%) auf dem vierten Platz.

Im Vergleich zu 2016 lagen die Werte 2018⁸ für die Schweiz beim Anteil der Marktneuheiten am Umsatz in der Industrie um 5,2 Prozentpunkte (2016: 10,5%)⁹ und beim Anteil der Unternehmensneuheiten um 7,4 Prozentpunkte (2016: 21,1%) tiefer.

Dienstleistungen

Wie in der Industrie verfolgten die innovativen Schweizer Dienstleistungserbringer hauptsächlich die Weiterentwicklung und Optimierung bestehender Dienstleistungen: 2018 entfielen 23,7% des Umsatzes der Unternehmen mit Produktinnovationen auf die Vermarktung von Dienstleistungen, die nur für das Unternehmen neu sind (Abbildung B 8.9). Lediglich 3,6% des Umsatzes wurden mit neuen Dienstleistungen für den Markt generiert.

⁵ Dieser Rückgang könnte mit dem 2015 erfolgten Wegfall der Wechselkursuntergrenze von 1.20 Schweizer Franken zum Euro zusammenhängen, da nur die zumeist exportorientierten Industrie- und weniger die Dienstleistungsbranchen betroffen sind. Lieferverträge werden oft längerfristig abgeschlossen, wodurch die Wirkungen zeitlich verzögert beobachtbar sind (Hulfeld et al., 2022).

⁶ Die positive Entwicklung der KMU in der Industrie könnte mit den beiden folgenden Faktoren zusammenhängen: (1) National ausgerichtete KMU sind weniger stark von internationalen Turbulenzen betroffen; (2) International ausgerichtete KMU sind oftmals auf Nischenmärkte spezialisiert, was eine geringere Preiselastizität impliziert (Hulfeld et al., 2022).

⁷ Um den Rückgang zu erklären, müsste man die Entwicklung einzelner Dienstleistungssektoren genauer untersuchen. Möglicherweise lässt sich der Rückgang auf einzelne Branchen zurückführen (Hulfeld et al., 2022).

⁸ Aufgrund der Änderung der Berechnungsmethode bei Eurostat/KOF weichen die hier angegebenen Daten 2016 für Markt- und Unternehmensneuheiten geringfügig von den im F&I-Bericht 2020 verwendeten Daten ab.

⁹ Der Rückgang des Anteils der Marktneuheiten am Umsatz in der Industrie könnte damit zusammenhängen, dass sich der Anteil F&E-aktiver Unternehmen in der Schweiz über einen längeren Zeitraum verringert hat (Hulfeld et al., 2022).

Im internationalen Vergleich lag die Schweiz 2018 bezüglich des Anteils der Marktneuheiten am Umsatz im Dienstleistungssektor auf dem zweitletzten Rang der Vergleichsländer. Die höchsten Werte verzeichneten Österreich (11,5%) und Schweden (7,7%). Beim Anteil der Unternehmensneuheiten am Umsatz stand die Schweiz hingegen vor Deutschland (11,2%) deutlich an der Spitze.

Im Vergleich zu 2016 waren die Werte 2018 für die Schweiz beim Anteil der Marktneuheiten im Dienstleistungssektor am Umsatz um 1,6 Prozentpunkte (2016: 5,2%) und beim Anteil der Unternehmensneuheiten um 2 Prozentpunkte (2016: 25,7%) tiefer.

8.5 Exkurs: Wissens- und Technologietransfer

Für den Innovationserfolg ist der Wissens- und Technologietransfer (WTT) beziehungsweise der Wissensaustausch sowohl zwischen Unternehmen als auch zwischen Unternehmen und Hochschulen zentral. WTT-Aktivitäten erfolgen an der Schnittstelle von akademischer Forschung, Industrie und Markt. Sie bewirken den Aufbau von Kooperationsnetzwerken und tragen so zu einem innovationsfreundlichen Umfeld bei. Damit ermöglicht der WTT nicht nur die wirtschaftliche Verwertung von akademischem Wissen, sondern fördert auch den Rückfluss von praktischem Wissen in die akademische Forschung.

Zum WTT liegen auf internationaler Ebene kaum vergleichbare Statistiken vor. Anhand des Community Innovation Survey (CIS) der Europäischen Union lässt sich die Zusammenarbeit der innovierenden Unternehmen mit Hochschulen messen. Auf europäischer Ebene werden die Innovationsaktivitäten im weiteren Sinne erhoben, während sich die schweizerische Erhebung ausschliesslich auf F&E-Tätigkeiten konzentriert.¹⁰ Folglich weist die Schweiz für diesen Indikator tendenziell tiefere Werte auf.

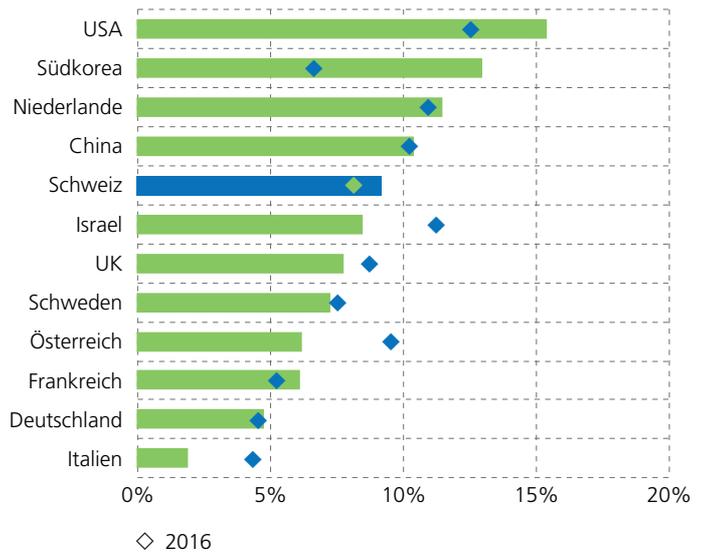
Dennoch lag die Schweiz in der Periode 2016–2018 mit einem Anteil von 12,6% der innovierenden Unternehmen, die mit Hochschulen zusammenarbeiten (ausschliesslich im Rahmen von F&E-Aktivitäten), auf dem dritten Rang der Vergleichsländer hinter Österreich (17,3%) und Deutschland (15,3%) und vor Schweden (12,5%). Der Anteil stieg in der Schweiz seit der Periode 2008–2010 kontinuierlich an (Abbildung B 8.10).

¹⁰ Zu den Innovationsaktivitäten im weiteren Sinne gemäss CIS gehören nicht nur die F&E-Aktivitäten der Unternehmen und die in Auftrag gegebenen F&E-Aktivitäten, sondern auch der Erwerb von Maschinen, Ausrüstungen, Software und Gebäuden zur Entwicklung von Innovationen; der Erwerb von Wissen und urheberrechtlich geschützten Erfindungen; interne oder externe Ausbildungen, die spezifisch auf die Entwicklung und/oder Einführung von Innovationen ausgerichtet sind; interne oder ausgelagerte Aktivitäten zur Markteinführung von Innovationen (einschliesslich Marktstudien und Werbung); interne und ausgelagerte Aktivitäten im Bereich Design (Änderung der Form, des Erscheinungsbilds); sowie alle anderen internen oder ausgelagerten Aktivitäten zur Umsetzung von Innovationen wie beispielsweise Machbarkeitsstudien.

Literatur

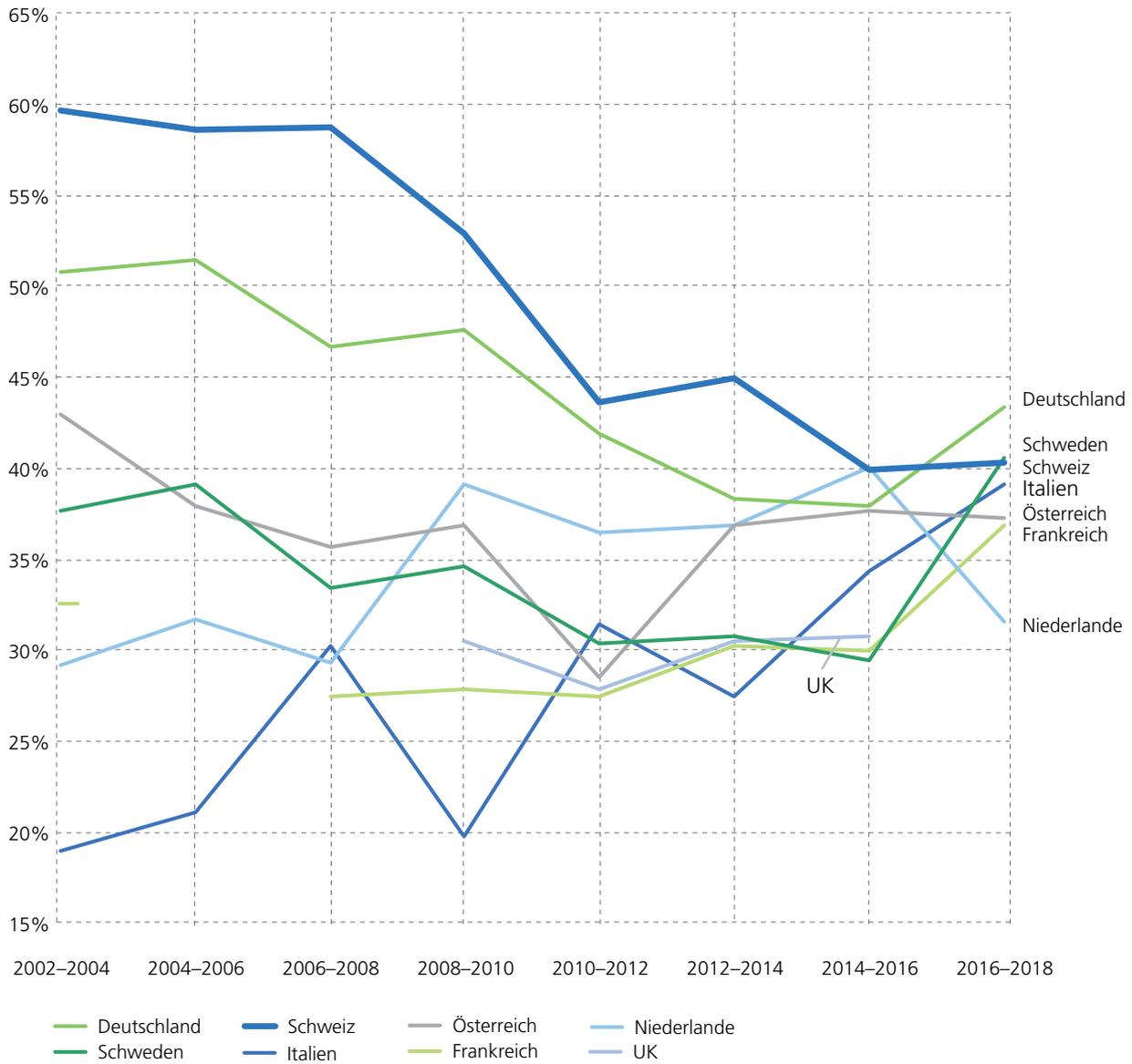
Hulfeld, F., Spescha, A. & Wörter, M. (2022): Präsentation «Innovationserhebung und Eurostat Datenlieferung». Zürich: Konjunkturforschungsstelle KOF, ETH Zürich (unveröffentlicht).

Abbildung B 8.1: Rate der Neugründungen von Unternehmen, 2020



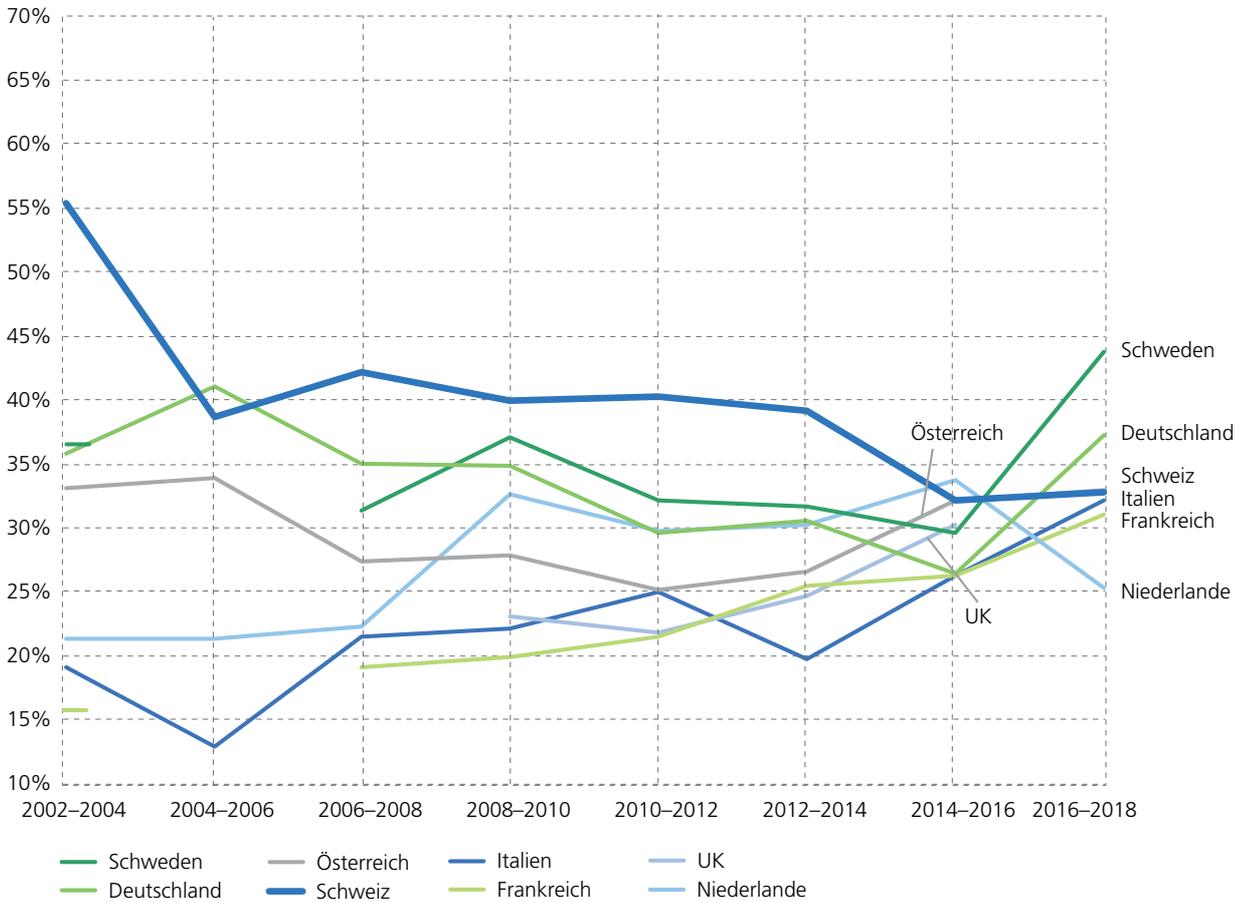
Anteil der 18- bis 64-Jährigen, die ein neues Unternehmen gegründet haben oder leiten (das seit 3 bis 42 Monaten besteht)
 Ausnahme zum Referenzjahr 2020: China (2018), Frankreich (2018)
 Keine Daten verfügbar: Singapur
 Quelle: GEM

Abbildung B 8.2: Anteil der Unternehmen mit Produktinnovationen, Industrie, 2002–2018



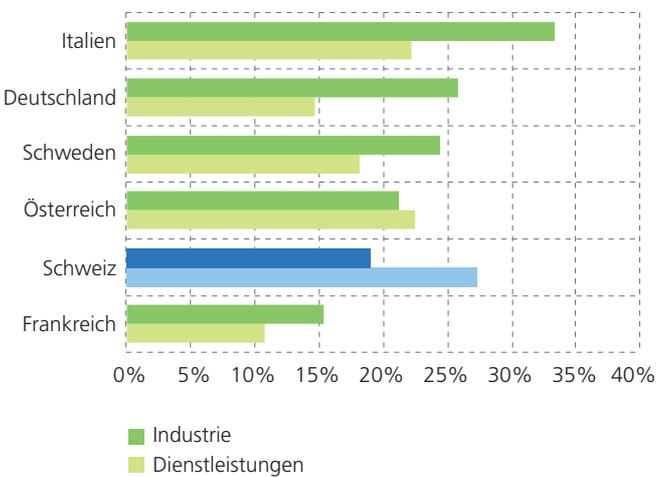
Daten nicht für alle Perioden verfügbar: Frankreich, UK
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur, Südkorea, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.3: Anteil der Unternehmen mit Produktinnovationen, Dienstleistungen, 2002–2018



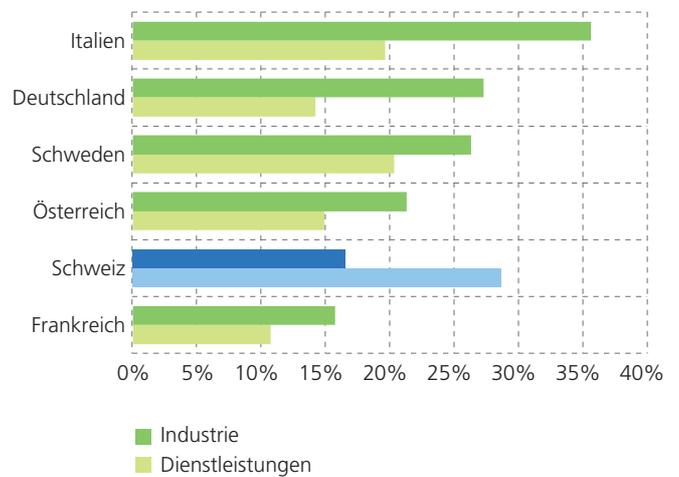
Daten nicht für alle Perioden verfügbar: Frankreich, Schweden UK
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur, Südkorea, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.4: Umsatzanteil von innovativen Produkten, 2018



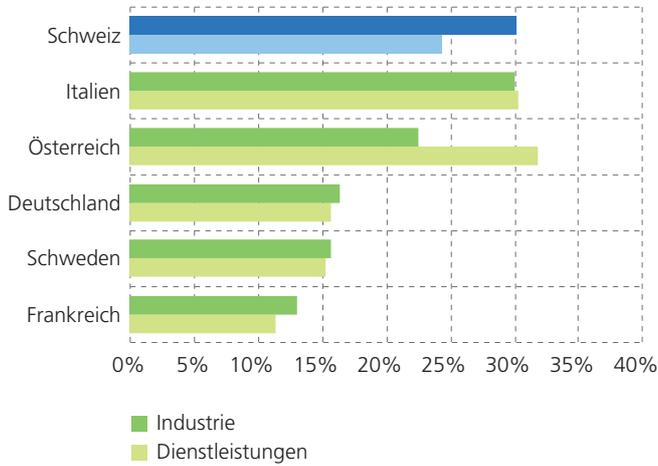
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Produktinnovationen.
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Niederlande, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.5: Umsatzanteil von innovativen Produkten, 250 Arbeitnehmerinnen/Arbeitnehmer und mehr, 2018



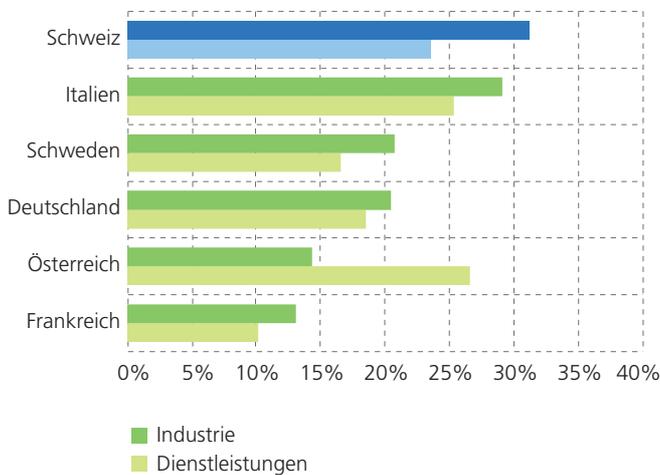
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Produktinnovationen.
Keine Daten verfügbar: China, Israel, Niederlande, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.6: Umsatzanteil von innovativen Produkten bei den grösseren KMU (50–249 Arbeitnehmerinnen/Arbeitnehmer), 2018



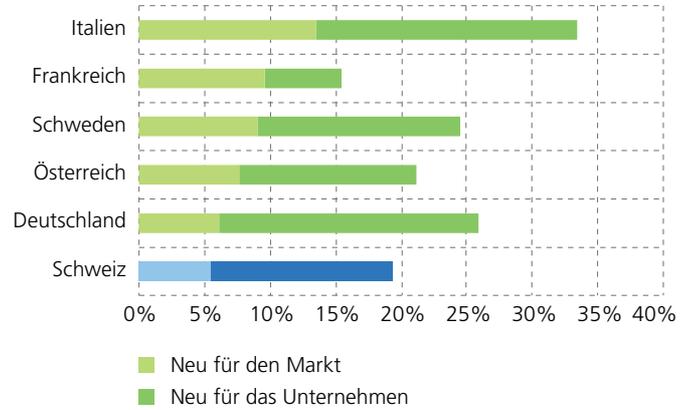
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Produktinnovationen. Keine Daten verfügbar: China, Israel, Niederlande, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.7: Umsatzanteil von innovativen Produkten bei den kleineren KMU (10–49 Arbeitnehmerinnen/Arbeitnehmer), 2018



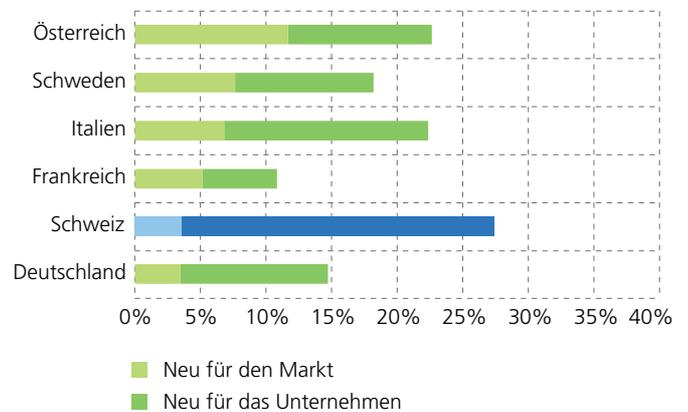
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Produktinnovationen. Keine Daten verfügbar: China, Israel, Niederlande, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.8: Umsatzanteil von Produkten, die neu für den Markt oder das Unternehmen sind, Industrie, 2018



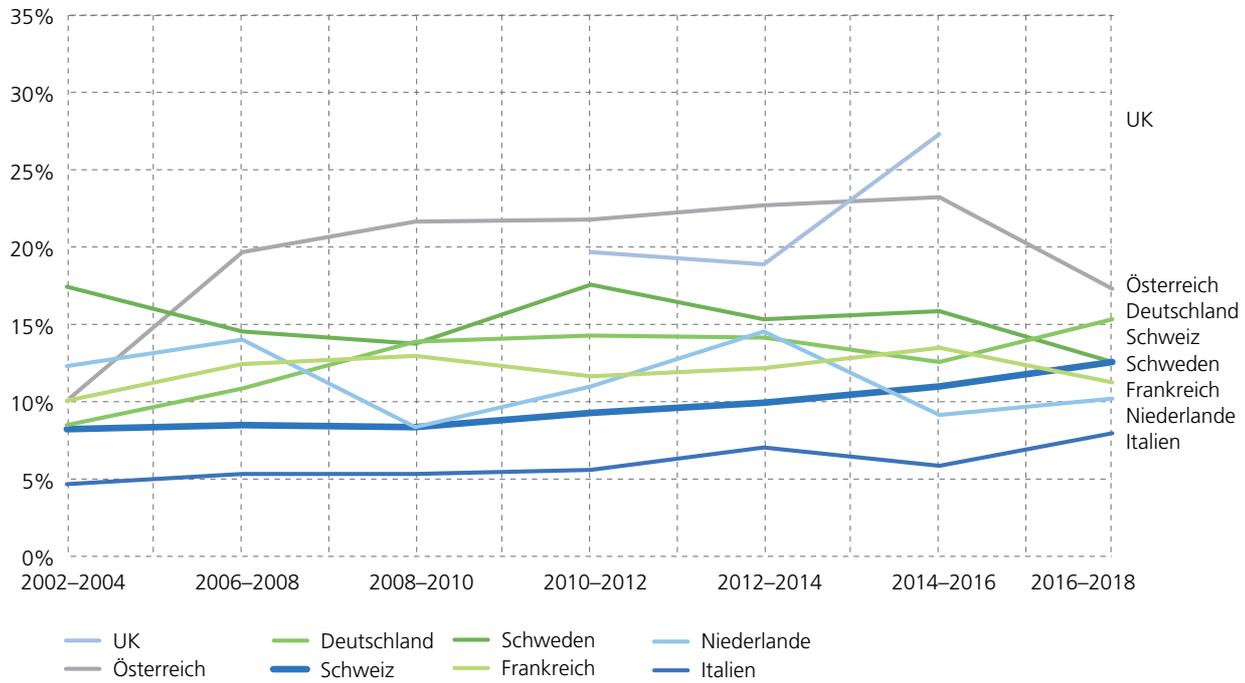
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Produktinnovationen. Keine Daten verfügbar: China, Israel, Niederlande, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.9: Umsatzanteil von Produkten, die neu für den Markt oder das Unternehmen sind, Dienstleistungen, 2018



Die Prozentangaben beziehen sich auf die Unternehmen mit Produktinnovationen. Keine Daten verfügbar: China, Israel, Niederlande, Singapur, Südkorea, UK, USA
Quelle: Eurostat, KOF

Abbildung B 8.10: Anteil der innovierenden Unternehmen, die mit Hochschulen kooperieren, an sämtlichen innovierenden Unternehmen, 2002–2018



Basierend auf Firmen mit Produkt- und/oder Prozessinnovationen (10 oder mehr Vollzeitäquivalente)
 Eurostat-Daten beziehen sich auf Innovationskooperationen, diejenigen der Schweiz auf F&E-Kooperationen
 Daten nicht für alle Perioden verfügbar: UK
 Keine Daten verfügbar: China, Israel, Singapur, Südkorea, USA
 Quelle: Eurostat, KOF

9 Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen in Europa

Dieses Kapitel¹ stellt die Innovationsleistung der Schweiz ausgewählten innovationsstarken Regionen in Europa gegenüber, die von der Grösse her mit der Schweiz vergleichbar sind. Diese Regionenanalyse ergänzt den Ländervergleich der vorangehenden Kapitel in Teil B, der aufgrund der unterschiedlichen Grösse und Struktur von Staaten oft nur begrenzt aussagekräftig ist. Gerade für ein relativ kleines Land wie die Schweiz, das sich aufgrund begrenzter Ressourcen immer wieder auf bestimmte Innovationsfelder² konzentriert, ist ein Vergleich mit anderen Regionen, die eine ähnliche Ressourcenausstattung aufweisen und ebenfalls Spezialisierungswege im Innovationsbereich beschreiten, besonders interessant.

Obwohl der Vergleich mit europäischen Regionen keine Aussagen zur globalen Positionierung der Schweiz im Wettbewerb der innovativsten Regionen erlaubt, ist er dennoch sinnvoll. Denn mit anderen europäischen Innovationsregionen, von denen mehrere unmittelbare Nachbarn der Schweiz sind, steht diese in einem viel direkteren Wettbewerb (etwa um Talente oder Pilotmärkte) als beispielsweise mit US-amerikanischen oder ostasiatischen Regionen. Gleichzeitig stellen die europäischen Innovationsregionen wichtige Partner für die Schweiz in Wissenschaft, Forschung und Innovation dar. Eine Analyse der Stärken und Schwächen dieser Regionen ist daher auch für die Beurteilung der Innovationsfähigkeit der Schweiz von Bedeutung.

Für die vorliegende Analyse werden sechs europäische Regionen betrachtet, die allesamt Teil grösserer Staaten sind: die beiden deutschen Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern, die italienische Region Lombardei-Piemont, die beiden französischen Regionen Rhône-Alpes und Île-de-France (Grossraum Paris) sowie der Grossraum London. In diesen Teilräumen ist ein überproportional hoher Anteil der gesamten Innovationsaktivitäten der jeweiligen Staaten konzentriert. Die ausgewählten Regionen repräsentieren in der Summe etwa 50% der gesamten F&E-Aufwendungen³ der Staaten, denen sie angehören, und stellen somit nationale

Innovationszentren dar (Tabelle B 9.1). Die meisten der Vergleichsregionen weisen eine höhere Bevölkerungszahl als die Schweiz (Ausnahme: Rhône-Alpes) bei ähnlich hohem BIP (Ausnahme: Grossraum London) auf. Pro Kopf ist das BIP jedoch in allen Regionen niedriger als in der Schweiz.

Ergänzend zu den Vergleichsregionen werden auch Werte für die jeweiligen Länder insgesamt (d.h. für Deutschland, Frankreich, Italien und das Vereinigte Königreich) ausgewiesen.

Das Kapitel setzt entsprechende Analysen früherer F&I-Berichte fort.⁴ Die Position der Schweiz wird anhand von vier Indikatorbereichen untersucht. Diese entsprechen im Wesentlichen den in den vorangegangenen Kapiteln verwendeten Indikatoren:⁵

- (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.

9.1 F&E-Aufwendungen

Ein zentrales Mass der Innovationsfähigkeit ist die F&E-Intensität.⁶ Sie gibt die Relation zwischen der Höhe der F&E-Aufwendungen und dem BIP an. Im Staatenvergleich weist die Schweiz eine der höchsten F&E-Intensitäten auf. Der Anteil der gesamten F&E-Aufwendungen (Privatwirtschaft und öffentlicher Sektor) am BIP lag 2019 bei 3,15%. In Europa hatten 2019 nur Schweden (3,39%) und Deutschland (3,19%) eine höhere F&E-Intensität, Österreich (3,13%) lag etwa auf Schweizer Niveau.⁷ Vergleicht man die Schweiz mit den hier ausgewählten anderen Innovationsregionen, so lag sie 2019 hinter den beiden Regionen Baden-Württemberg (5,76%) und Bayern (3,43%) zurück (Abbildung B 9.2). Im Vergleich zu den französischen Vergleichsregionen (Grossraum Paris: 2,9%; Rhône-Alpes: 2,77%) war die F&E-Intensität der Schweiz um 10 bis 15% höher. Die italienische Region Lombardei-Piemont (1,57%) wies eine nur rund halb so hohe F&E-Intensität wie die Schweiz auf, der Grossraum London (1,95%) kam auf nur rund 60% des Schweizer Werts.

¹ Ebenso wie in den bisherigen F&I-Berichten (Berichte 2016 und 2020 sowie Aktualisierung 2018) wurde das vorliegende Kapitel zum Regionenvergleich von Dr. C. Rammer vom Leibniz-Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim (D) verfasst. In der Aktualisierung 2018 und im F&I-Bericht 2020 wurden europäische und aussereuropäische Regionen in den Vergleich einbezogen. Aufgrund der komplexen Datenbeschaffung und angesichts dessen, dass sich an den 2020er-Befunden nur wenig geändert haben dürfte, erfolgt der Vergleich im vorliegenden Zwischenbericht 2022 ausschliesslich mit europäischen Innovationsregionen. Diese werden aber im Gegenzug mit 16 Indikatoren eingehender untersucht als die im Bericht 2020 verwendeten Regionen.

² Dazu gehören unter anderem Chemie, Pharma, Maschinenbau, Life Sciences und Medizin. Siehe insbesondere Kapitel B 9.2 und B 9.3.

³ Analog zu den Statistiken des BFS wird im vorliegenden Bericht der Begriff «Aufwendungen» verwendet. Die OECD definiert diesen im Frascati-Manual wie folgt: «Ausgaben (wird synonym mit dem Begriff «Aufwendungen» verwendet) entsprechen dem Betrag für ausgestellte Bankanweisungen und getätigte Barzahlungen innerhalb eines bestimmten Zeitraums, ungeachtet dessen, wann die Mittel bewilligt oder gebunden wurden (bei Bezugnahme auf staatliche Mittel)» (OECD, 2018, S. 434).

⁴ Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse, die auch aussereuropäische Innovationsregionen und methodische Hinweise einschliesst, findet sich in der Studie «Forschung und Innovation: Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen» (Rammer & Trunschke, 2018). Eine gekürzte und aktualisierte Version dieser Studie ist im F&I-Bericht 2020 (SBFI, 2020) enthalten.

⁵ Aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Quellen können die in diesem Kapitel erwähnten Ergebnisse von den in den vorangehenden Kapiteln erwähnten Resultaten abweichen.

⁶ Analog zu den Statistiken des BFS wird im F&I-Bericht für den Anteil F&E-Aufwendungen am BIP der Begriff «F&E-Intensität» verwendet. Eine andere mögliche Benennung lautet «F&E-Quote».

⁷ Siehe Teil B, Kapitel 4, Abbildung B 4.3.

Die höheren F&E-Intensitäten von Baden-Württemberg und Bayern lagen an den höheren F&E-Aufwendungen der Unternehmen. Die F&E-Intensität des Unternehmenssektors war in Baden-Württemberg mit 4,81% mehr als doppelt so hoch wie die der Schweiz (2,13%). Auch Bayern zeigte einen erheblich höheren Wert (2,62%). Dies liegt daran, dass in diesen Regionen die zentralen F&E-Labors zahlreicher global tätiger Konzerne angesiedelt sind. Im Bereich der Wissenschaft (Hochschulen und staatliche Forschungsorganisationen) war die F&E-Intensität der Schweiz mit 0,94% auf demselben Niveau wie diejenige Baden-Württembergs und der Region Rhône-Alpes und höher als im Grossraum Paris (0,87%) und Bayern (0,81%). Der Grossraum London und die Region Lombardei-Piemont wiesen merklich niedrigere Werte auf.

Im vergangenen Jahrzehnt ist die F&E-Intensität der Schweiz deutlich von 2,64% (2008) auf 3,15% (2019) angestiegen. Unter den Vergleichsregionen wies nur Baden-Württemberg einen stärkeren Anstieg auf (Abbildung B 9.3). Während in den Vergleichsregionen die Ausweitung der F&E-Aufwendungen der Unternehmen massgeblich für die steigende F&E-Intensität war, hat die Schweiz vor allem im Bereich der Wissenschaft die F&E-Aufwendungen in Relation zum BIP besonders stark erhöht. Keine der Vergleichsregionen erreichte auch nur annähernd einen so hohen Zuwachs (+0,28 Prozentpunkte). Die Ausweitung der F&E-Intensität im Bereich der Wirtschaft (+0,19 Prozentpunkte) war dagegen die zweitniedrigste unter den Vergleichsregionen. Nur der Grossraum Paris lag geringfügig hinter der Schweiz (+0,18 Prozentpunkte). In der Vergleichsregion mit der höchsten F&E-Intensität – Baden-Württemberg – war der starke Anstieg der F&E-Intensität im vergangenen Jahrzehnt alleine auf die Steigerung der F&E-Aufwendungen der Wirtschaft zurückzuführen. Gemessen am BIP legte Baden-Württemberg um 1,13 Prozentpunkte zu. Dies zeigt, wie dynamisch einzelne Regionen in einem relativ kurzen Zeitraum ihre F&E-Kapazitäten ausweiten können.

9.2 Wissenschaftliche Publikationen

Ein Mass für den Output von Forschungsaktivitäten in der Wissenschaft ist die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in internationalen Fachzeitschriften. Da viele Publikationen von mehreren Autoren verfasst werden, die in unterschiedlichen Regionen tätig sein können, wird jede Publikation allen Regionen zugeordnet, in denen Autoren lokalisiert sind («whole counting»). Das heisst, Publikationen werden in der Regel mehrfach gezählt. Nach dieser Zählweise lag die Schweiz (Durchschnitt der Jahre 2018–2020) mit 6,8 Publikationen pro Jahr je 1000 Einwohnerinnen und Einwohnern an erster Stelle unter den europäischen Vergleichsregionen. Hinter der Schweiz folgten der Grossraum Paris mit 5,8 und der Grossraum London (der u.a. auch die Universitätsstandorte Cambridge und Oxford einschliesst) mit 5,2 Publikationen (Abbildung B 9.4).

Setzt man die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in Relation zur Anzahl der Forschenden in der Wissenschaft (wobei Forschende, die in Teilzeit arbeiten oder nur einen Teil ihrer Ar-

beitszeit für F&E aufwenden, anteilig gezählt werden), so erreichte die Schweiz 2,4 Publikationen pro Jahr und Forscherin oder Forscher (Durchschnitt der Jahre 2018–2020). Dies ist der zweithöchste Wert im europäischen Vergleich hinter der Region Lombardei-Piemont (3,2 Publikationen).

Die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen, die in Publikationsdatenbanken erfasst werden, hat sich im vergangenen Jahrzehnt erheblich erhöht. Weltweit nahm die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen zwischen den Perioden 2008–2010 und 2018–2020 um 108% zu. Ein wesentlicher Treiber dieser Dynamik war die verstärkte Publikationstätigkeit von Forschenden in Entwicklungs- und Schwellenländern, insbesondere in China und Indien. Aber auch in den hoch entwickelten Industrieländern nahm die Anzahl der Publikationen stark zu. Die Schweiz lag mit einer Wachstumsrate von 91% hinter der italienischen Region Lombardei-Piemont (114%) an zweiter Stelle der Vergleichsregionen und vor Deutschland, dem Vereinigten Königreich und Frankreich. Da sich die Bevölkerungszahl der Schweiz im selben Zeitraum nur leicht erhöht hat, nahm die Publikationsintensität (Anzahl Publikationen je 1000 Einwohnerinnen und Einwohner) um 2,9 Publikationen stark zu. Keine der Vergleichsregionen erreichte einen ähnlich starken Anstieg (Abbildung B 9.5).

Ein Teil dieses starken Anstiegs kann auf die Ausweitung der Anzahl der Forschenden (in VZÄ)⁸ an Hochschulen und staatlichen Forschungseinrichtungen zurückgeführt werden, die zwischen den Perioden 2008–2010 und 2018–2020 um 49% zunahm. Gleichwohl nahm auch die Publikationsintensität je Forscherin beziehungsweise Forscher von 1,87 (2008–10) auf 2,39 Publikationen (2018–20) deutlich zu (+0,52 Publikationen). Einen stärkeren Zuwachs verzeichnete einzig die Region Lombardei-Piemont (+1,19 Publikationen).

Die Zusammensetzung der Publikationen nach Wissenschaftsfeldern unterschied sich in der Schweiz nur wenig von der in den Vergleichsregionen. Sowohl in der Schweiz wie in den Vergleichsregionen dominierten klar Publikationen aus dem Bereich der Natur- und Medizinwissenschaften. In der Schweiz und in fast allen Vergleichsregionen (ausgenommen der Grossraum London) gehörten mehr als 80% aller Publikationen zu diesen Feldern (Abbildung B 9.6). Dies lag zum Teil daran, dass in den Natur- und Medizinwissenschaften sehr «kleinteilig» publiziert wurde, das heisst, einzelne Forschungsergebnisse wurden in kurzen Fachaufsätzen dargestellt. In den Sozial- und vor allem in den Geisteswissenschaften war die Publikationszahl vergleichsweise kleiner, wobei dort häufig umfangreichere Publikationen dominierten. Innerhalb der Natur- und Medizinwissenschaften wies die Schweiz einen relativ hohen Anteil an Publikationen im Bereich Biologie/Umwelt-/Agrarwissenschaften auf, während der Anteil im Feld Physik/Chemie/Geowissenschaften gegenüber der Mehrzahl der Vergleichsregionen etwas niedriger war.

⁸ VZÄ = Vollzeitäquivalente.

Stärkere Unterschiede zeigten sich bei der Veränderung der Zusammensetzung der wissenschaftlichen Publikationen (Abbildung B 9.7). In der Schweiz nahm der Anteil der Publikationen in Ingenieurwissenschaften/Informatik zwischen den Perioden 2008–2010 sowie 2018–2020 ab, während die Regionen Bayern, Baden-Württemberg und London in diesem Feld deutliche Zuwächse aufwiesen. In allen Regionen nahm der Anteil von Publikationen in den Life Sciences ab und im Bereich der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften zu. Diese Verschiebung spiegelt teilweise die Aufnahme zusätzlicher sozial- und wirtschaftswissenschaftlicher Zeitschriften in den Berichtskreis bibliometrischer Datenbanken wider, während dies im Bereich Life Sciences weniger stark der Fall war.

9.3 Patentanmeldungen

Die Anzahl der Patentanmeldungen ist ein Outputindikator für anwendungsorientierte F&E, wie sie vor allem in Unternehmen betrieben wird. Ein Auszählen aller Patentanmeldungen weltweit ist aufgrund der unterschiedlichen Regelungen zur Patentierbarkeit von Erfindungen in den einzelnen nationalen Ämtern wenig aussagekräftig. Als Vergleichszahl werden deshalb die Anmeldungen an internationalen Patentämtern herangezogen (EPO und PCT),⁹ wobei Patentanmeldungen zur selben Erfindung nur einmal gezählt werden (d.h. die Auswertung erfolgt auf der Ebene sogenannter Patentfamilien). Die Zuordnung von Patentanmeldungen zu Regionen erfolgt anhand des Sitzes der Anmelderin beziehungsweise des Anmelders, das heisst, die Perspektive der wirtschaftlichen Verfügungsmacht über die Erfindung steht im Zentrum.¹⁰ Der Nachteil der Betrachtung von internationalen Patentanmeldungen liegt jedoch 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. Wegen des Zeitverzugs zwischen dem Zeitpunkt einer Erfindung und der Veröffentlichung einer internationalen Patentanmeldung können nur Anmeldungen bis zum Jahr 2018 in den internationalen Vergleich einbezogen werden.

Aus der Schweiz wurden im Betrachtungszeitraum 2017–2018 pro Jahr zwischen 5000 und 6000 internationale Patentanmeldungen getätigt. Dies war weniger als in Baden-Württemberg, Bayern und im Grossraum Paris und deutlich mehr als in den Regionen Rhône-Alpes und Lombardei-Piemont und im Grossraum London. Setzt man die Anzahl der Patentanmeldungen in Relation zur Be-

völkerungszahl («Patentintensität»), so lag die Schweiz im Durchschnitt der Jahre 2017 und 2018 mit einem Wert von 0,69 gemeinsam mit Bayern (0,68) je 1000 Einwohnerinnen und Einwohner an erster Stelle im Vergleich der untersuchten Innovationsregionen (Abbildung B 9.8). Baden-Württemberg und der Grossraum Paris erreichten mit Werten von 0,58 beziehungsweise 0,52 nicht ganz das Schweizer Niveau. Im Grossraum London und in den Regionen Rhône-Alpes und Lombardei-Piemont war die Patentintensität mit Werten zwischen 0,16 und 0,13 je 1000 Einwohnerinnen und Einwohner erheblich niedriger.

Etwas anders sieht das Bild aus, wenn die Anzahl der Patentanmeldungen zur Höhe der F&E-Aufwendungen der Unternehmen (umgerechnet aus den Landeswährungen zu Kaufkraftparitäten) in Bezug gesetzt wird. Hier lag die Schweiz klar an erster Stelle, gefolgt von den Regionen Bayern, Paris und Lombardei-Piemont. Das abweichende Ergebnis liegt zum einen in dem je nach Branche sehr unterschiedlichen Aufwand, der notwendig ist, um eine patentierbare Erfindung hervorzubringen, sodass die Sektorstruktur der F&E-Aktivitäten eine grosse Rolle spielt. Zum anderen sind im Bereich Software und IT-Dienste die F&E-Ergebnisse nur sehr eingeschränkt patentfähig. Deshalb wiesen gerade die Regionen mit hohen F&E-Aufwendungen in dieser Branche (wie Baden-Württemberg oder der Grossraum London) ein niedrigeres Verhältnis zwischen der Anzahl Patentanmeldungen und F&E-Aufwendungen der Unternehmen auf.

Die Anzahl der internationalen Patentanmeldungen aus der Schweiz nahm von 2008 bis 2018 um 11 % zu (Abbildung B 9.9). Höhere Zuwächse verzeichneten Bayern (26%) und der Grossraum London (18%). In den vier anderen Regionen lag die Anzahl der Patentanmeldungen im Jahr 2018 dagegen leicht unter dem Wert von 2008.

Diese Entwicklung spiegelt sich auch in der Veränderung der Patentintensität je Einwohnerin beziehungsweise Einwohner im vergangenen Jahrzehnt wider. Bayern weist den stärksten Anstieg auf, eine positive Entwicklung verbucht ausserdem der Grossraum London (Abbildung B 9.10). In der Schweiz blieb die Patentintensität je Einwohnerin beziehungsweise Einwohner unverändert. In Relation zu den F&E-Aufwendungen der Unternehmen nahm die Patentintensität zwischen den Perioden 2008–2009 sowie 2017–2018 in allen Regionen ab. Dies weist darauf hin, dass die Hervorbringung neuer technischer Erfindungen immer aufwendiger wird. Die Schweiz lag dabei im Mittelfeld der Regionen. Der Rückgang in der Schweiz war höher als im Grossraum London, in Bayern und in der Region Rhône-Alpes, aber geringer als in Baden-Württemberg, im Grossraum Paris und in der Region Lombardei-Piemont.

Patentdaten erlauben auch eine Analyse der technologischen Ausrichtung der Erfindungstätigkeit, da jedes Patent einer oder mehreren Technologieklassen der Internationalen Patentklassifikation (IPC) zugeordnet ist. Auf Basis einer von der World Intellectual Property Organization (WIPO) genutzten Zuordnung von IPC-Klassen zu Technologien (vgl. Schmoch, 2008) werden acht

⁹ Neben den nationalen Anmeldungen können Patente auch beim Europäischen Patentamt (EPA bzw. European Patent Organization, EPO) eingereicht werden, um mit nur einer Anmeldung Schutz in den meisten europäischen Staaten zu erhalten. Auch gemäss dem Vertrag über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (Patent Cooperation Treaty, PCT), der von der Weltorganisation für geistiges Eigentum (World Intellectual Property Organization, WIPO) verwaltet wird, kann mit nur einer Anmeldung Schutz in einer grossen Anzahl Länder erzielt werden.

¹⁰ In Kapitel 7 von Teil B erfolgt die Zuordnung von Patentanmeldungen zu den Vergleichsländern stattdessen anhand des Sitzes der Erfinderin bzw. des Erfinders. Entsprechend liegt der Fokus dort eher auf dem Erfinderreichtum der lokalen Labors und dem Arbeitskräftepool eines bestimmten Landes (OECD, 2009).

Technologiefelder unterschieden. Die Patentaktivitäten der Schweiz wiesen im Zeitraum 2015–2018 im Vergleich zu den anderen Regionen Schwerpunkte in der Messtechnik/Optik (13,4% aller Patentanmeldungen), im Bereich Medizintechnik/Pharma/Biotechnologie (19,9%) sowie in der Chemie und den Materialtechnologien (15,4%) auf (Abbildung B 9.11). In der Messtechnik/Optik wies lediglich Baden-Württemberg einen höheren Anteil auf, im Bereich Medizintechnik/Pharma/Biotechnologie zeigte der Grossraum London denselben Wert wie die Schweiz, und in der Chemie/Materialtechnologie lag der Grossraum Paris vor der Schweiz. Deutlich unterdurchschnittlich waren die Werte der Schweiz in den Feldern Informations- und Kommunikationstechnologien und Fahrzeugbau. Im Bereich Maschinenbau, Energie- und Umwelttechnologien sowie Konsumgüter/Bautechnologien belegte die Schweiz im Regionenvergleich einen mittleren Platz.

Zwischen den Perioden 2008–2012 und 2015–2018 hat sich die Patentaktivität der Schweiz in Richtung Messtechnik/Optik, Konsumgüter/Bautechnologien sowie Maschinenbau verschoben (Abbildung B 9.12). Der stärkste Rückgang des Anteils an allen Patentanmeldungen zeigte sich für Chemie/Materialtechnologien. Ein Bedeutungsgewinn der Messtechnik und Optik war auch in den meisten anderen Regionen festzustellen. Anders als in der Schweiz wiesen die meisten Regionen ausserdem eine Verschiebung der Patentaktivitäten in Richtung Fahrzeugbau auf (Ausnahme: Baden-Württemberg). Der Bedeutungszuwachs des Bereichs Konsumgüter/Bautechnologien in der Schweiz war in keiner der anderen Regionen so deutlich ausgefallen. Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien war eine stark unterschiedliche Entwicklung der einzelnen Regionen zu beobachten. Der starken Abnahme des Anteils dieses Felds im Grossraum Paris und Rhône-Alpes stand die starke Zunahme im Grossraum London und in Bayern gegenüber.

9.4 Innovationsaktivitäten der Unternehmen

Ziel von F&E im Unternehmenssektor ist letztlich die Hervorbringung von Innovationen, das heisst von neuen Produkten und Verfahren, die im Vergleich zu den bestehenden Angeboten und Prozessen merkliche Verbesserungen darstellen (vgl. Oslo-Manual, OECD & Eurostat, 2018). Zur Messung von Innovationsaktivitäten im Unternehmenssektor wird in Europa alle zwei Jahre eine vom Statistischen Amt der Europäischen Kommission (Eurostat) koordinierte Innovationserhebung durchgeführt (Community Innovation Survey, CIS), an der sich auch die Schweiz beteiligt. Im Rahmen von Sonderauswertungen stehen auch Angaben zu den hier betrachteten Vergleichsregionen zur Verfügung.¹¹ Die Innovationserhebung liefert unter anderem Indikatoren zur Verbreitung von Innovationsaktivitäten im Unternehmenssektor (Anteil Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen) und zu den direkten Innovationsergebnissen (Umsatz mit Produktinnovationen). Die

Indikatoren beziehen sich allerdings nur auf einen Ausschnitt des Unternehmenssektors, nämlich auf Unternehmen mit zehn oder mehr Beschäftigten in Industrie und ausgewählten Dienstleistungen.¹²

Der Anteil der Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen auf Basis der Definition des aktuellen Oslo-Manuals 2018¹³ lag in der Schweiz im Jahr 2018 bei 79%.¹⁴ Dies ist der höchste Wert unter den Vergleichsregionen (Abbildung B 9.13). Hinter der Schweiz folgten die Regionen Baden-Württemberg mit 69% und Lombardei-Piemont mit 66%. Der hohe Wert für die Schweiz ist auf den besonders hohen Anteil von Unternehmen zurückzuführen, die Prozessinnovationen, aber keine Produktinnovationen aufweisen. Mit einem Anteil von 43% war diese Gruppe erheblich stärker vertreten als in jeder anderen Vergleichsregion. Dabei handelte es sich zu einem guten Teil um Unternehmen mit «nicht-technischen» Innovationen im Bereich von Organisations- und Marketingmethoden. Der Anteil der Unternehmen mit Produktinnovationen war mit 35% dagegen ähnlich hoch wie in den meisten Vergleichsregionen. Einzig die Region Baden-Württemberg stach hier mit einem Wert von 49% hervor.

Ein zweiter Indikator zur Innovationsausrichtung von Unternehmen ist der Anteil der Unternehmen mit internen F&E-Aktivitäten. Dieser zeigt an, wie viele Unternehmen den Fokus auf Innovationen legen, die auf eigenen technologischen Entwicklungen beruhen. Im Jahr 2018 betrieben etwas mehr als 22% der Schweizer Unternehmen unternehmensintern F&E (Abbildung B 9.14). Rund 16% der Unternehmen taten dies kontinuierlich, etwas mehr als 6% gelegentlich. Der Anteil der kontinuierlich F&E betreibenden Unternehmen war in der Schweiz deutlich niedriger als in den beiden französischen Regionen und lag auch unter den Werten für Baden-Württemberg und Bayern. Insgesamt war die F&E-Orientierung der Unternehmen in der Schweiz nicht nur niedriger als in den anderen Innovationsregionen, sondern sie lag auch unter dem Niveau der vier Staaten, denen diese Regionen angehören. Da gleichzeitig die F&E-Aufwendungen des Schweizer Unternehmenssektors hoch waren und weiter zugenommen haben (vgl. Kapitel 9.1), weist dies auf eine auseinanderlaufende Entwicklung zwischen den grossen forschenden Unternehmen, welche die Höhe der F&E-Aufwendungen massgeblich bestimmen, und den

¹¹ Die Sonderauswertungen wurden von den nationalen Einrichtungen, die den CIS durchführen, erstellt: INSEE für Frankreich, ISTAT für Italien, ZEW für Deutschland sowie DBEIS für das Vereinigte Königreich.

¹² Das sind Bergbau, verarbeitendes Gewerbe, Energieversorgung, Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallbeseitigung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen (Wirtschaftszweige 5 bis 39) sowie Grosshandel, Verkehr und Lagerei, Information und Kommunikation, Finanz- und Versicherungsdienstleistungen, Architektur- und Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchung, Forschung und Entwicklung, Werbung und Marktforschung (Wirtschaftszweige 46, 49 bis 53, 58 bis 66, 71 bis 73).

¹³ Mit der 4. Auflage des Oslo-Manuals (OECD & Eurostat, 2018) wurde die Definition von Produkt- und Prozessinnovationen angepasst. Produktinnovationen umfassen nun auch Änderungen im Design von Produkten, Prozessinnovationen schliessen nun auch Innovationen im Bereich von Organisationsmethoden und Marketingmethoden mit ein. Der Anteil der Innovatoren nach neuer Definition ist deutlich höher als nach der früheren, engeren Definition.

¹⁴ Die Werte für die Schweiz basieren auf einer Sonderauswertung der Innovationserhebung 2018 durch die Konjunkturforschungsstelle (KOF).

kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) hin, welche die Höhe des Anteils F&E betreibender Unternehmen determinieren. Eine solche auseinanderlaufende Entwicklung wurde auch für Deutschland festgestellt (Schubert & Rammer, 2018).

Als Indikator für den direkten wirtschaftlichen Erfolg von Produktinnovationen wird ihr Umsatzanteil herangezogen. Dabei wird der Umsatz mit Produktinnovationen, die in den zurückliegenden drei Jahren eingeführt wurden, auf den Umsatz aller Unternehmen bezogen (einschliesslich von Unternehmen ohne Produktinnovationen). Im Jahr 2018 lag dieser Umsatzanteil in der Schweiz bei gut 23% (Abbildung B 9.15). Dieser Wert war deutlich höher als in den beiden französischen Regionen und lag auch über den Werten der beiden deutschen Regionen (etwa 20%). Der Grossraum London erreichte fast denselben Wert wie die Schweiz. Differenziert nach dem Neuheitsgrad entfiel in der Schweiz nur ein kleiner Umsatzanteil auf originäre neue Produkte («neu für den Markt» oder «Marktneuheiten»), nämlich 3,5%. Fast alle Vergleichsregionen kamen hier auf höhere Werte. Der Umsatzanteil mit Produktinnovationen, die in gleicher oder ähnlicher Form zuvor schon von anderen Unternehmen im Markt angeboten wurden («neu für das Unternehmen» oder «Unternehmensneuheiten»), war dagegen höher als in den Vergleichsregionen.

9.5 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 eine ganz besondere Rolle, um Innovationen hervorzubringen und die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Wissensintensive Dienstleistungen zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Hochqualifizierten unter den Beschäftigten aus. Im Folgenden werden nur die primär marktorientierten wissensintensiven Dienstleistungen betrachtet, die nach der Bedeutung von technischem Wissen in technologiebasierte und sonstige wissensintensive Dienstleistungen unterteilt werden können.¹⁵

In der Schweiz waren im Jahr 2018 etwas mehr als 26% der Beschäftigten im marktorientierten Unternehmenssektor in forschungs- und wissensintensiven Branchen tätig (Abbildung B 9.16). Dieser Anteil war merklich tiefer als in den beiden deutschen Innovationsregionen (Baden-Württemberg 34%, Bayern 31%) und

lag leicht unter dem Wert der Grossräume Paris und London (jeweils 28%). In der Region Lombardei-Piemont waren knapp 25% der Beschäftigten in forschungs- und wissensintensiven Branchen tätig. Den niedrigsten Wert unter den Vergleichsregionen wies Rhône-Alpes auf (20%).

Die forschungsintensive Industrie kann in Branchen mit hoher und mittelhoher F&E-Intensität (F&E-Aufwendungen je Wertschöpfung) unterschieden werden.¹⁶ Die Schweiz zeichnet sich durch einen besonders hohen Beschäftigungsanteil von Industriebranchen mit hoher F&E-Intensität aus. Mit 5,6% lag die Schweiz 2018 um ein Vielfaches über den Werten der Vergleichsregionen. Gleichzeitig war der Beschäftigungsanteil von Industriebranchen mit mittelhoher F&E-Intensität tiefer als in fast allen Vergleichsregionen (Ausnahme: Grossraum London). Relativ hoch ist in der Schweiz der Anteil der wissensintensiven Dienstleistungen, der 2018 bei 15,3% lag. Nur die beiden Grossräume Paris und London zeigten höhere Werte, und zwar sowohl bei den technologiebasierten als auch bei den sonstigen wissensintensiven Dienstleistungen.

Zwischen 2009 und 2018 nahm der Beschäftigungsanteil der forschungs- und wissensintensiven Branchen in der Schweiz um einen Prozentpunkt zu. Dabei stand dem Rückgang in den Industriebranchen mit mittelhoher F&E-Intensität (-1,1 Prozentpunkte) die Zunahme in den Industriebranchen mit hoher F&E-Intensität (+0,1 Prozentpunkte) und in den wissensintensiven Dienstleistungen (+1,2 Prozentpunkte in den technologiebasierten und +0,8 Prozentpunkte in den sonstigen wissensintensiven Dienstleistungen) gegenüber (Abbildung B 9.17). Nur im Grossraum London kam es im vergangenen Jahrzehnt zu einer stärkeren Verschiebung in Richtung forschungs- und wissensintensiver Branchen, wofür die sonstigen wissensintensiven Dienstleistungen wie Steuer- und Unternehmensberatung oder Werbung massgeblich verantwortlich waren. In den beiden deutschen Regionen nahm dagegen der Beschäftigungsanteil forschungs- und wissensintensiver Branchen wegen starker Rückgänge in der forschungsintensiven Industrie, aber auch wegen des rückläufigen Anteils der sonstigen wissensintensiven Dienstleistungen ab. Dies ist vor dem Hintergrund eines kräftigen Beschäftigungsaufbaus in nicht-wissensintensiven Dienstleistungsbranchen zu sehen. In den französischen und italienischen Vergleichsregionen hat sich der Anteil forschungs- und wissensintensiver Branchen im vergangenen Jahrzehnt kaum verändert.

¹⁵ Technologiebasierte Dienstleistungen umfassen Telekommunikation, Informationstechnologiedienste, Informationsdienste, Architektur- und Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchung sowie Forschung und Entwicklung (WZ 61 bis 63, 71, 72). Sonstige wissensintensive Dienstleistungen umfassen Verlagswesen, Film- und Musikproduktion, Rundfunk, Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, Unternehmensberatung und -führung, Werbung und Marktforschung sowie sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten (WZ 58 bis 60, 69, 70, 73, 74).

¹⁶ Nach OECD-Definition entspricht dies den «high R&D intensity industries» und den «medium-high R&D intensity industries» (vgl. Galindo-Rueda & Verger, 2016). Auf Ebene der Abteilungen der Wirtschaftszweigsystematik umfassen Branchen mit hoher F&E-Intensität die Pharma- und Elektronikindustrie (WZ 21, 26). Branchen mit mittelhoher F&E-Intensität umfassen Chemieindustrie, Elektrotechnik, Maschinenbau und Fahrzeugbau (WZ 20, 27 bis 30).

9.6 Fazit

Im Vergleich mit innovationsorientierten Regionen ähnlicher Grösse in grossen europäischen Staaten (Deutschland, Italien, Frankreich, Vereinigtes Königreich) schnitt die Schweiz weniger gut ab als im entsprechenden Staatenvergleich. So wies die nördliche Nachbarregion Baden-Württemberg im Jahr 2019 eine fast doppelt so hohe F&E-Intensität (F&E-Aufwendungen in Relation zum BIP) wie die Schweiz auf. Die in der Schweiz hohe Anzahl wissenschaftlicher Publikationen (Periode 2018–2020) und Anzahl Patente (Periode 2017–2020) je Einwohnerin beziehungsweise Einwohner im Staatenvergleich relativiert sich deutlich beim Vergleich mit den untersuchten Innovationsregionen, obwohl die Schweiz auch hier vorne lag.

2018 wies die Schweiz im Vergleich mit den untersuchten Innovationsregionen den höchsten Anteil von Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen gemessen an der Gesamtzahl der Unternehmen auf. Der mit Produktinnovationen erzielte Umsatzanteil lag in der Schweiz ebenfalls höher, allerdings war der Umsatzbeitrag von Marktneuheiten niedriger als in fast allen Vergleichsregionen. Die Wirtschaftsstruktur der Schweiz, die sich 2018 im Staatenvergleich als besonders wissensintensiv darstellte, war im Vergleich mit den Innovationsregionen nur durchschnittlich wissensintensiv. So war 2018 der Anteil der Beschäftigten im marktorientierten Unternehmenssektor in forschungs- und wissensintensiven Branchen merklich tiefer als in den beiden deutschen Innovationsregionen Baden-Württemberg und Bayern und lag leicht unter dem Wert der Grossräume Paris und London.

Der Vergleich von Innovationsregionen innerhalb grosser Staaten mit einem kleinen Staat wie der Schweiz ist allerdings aus mehreren Gründen eingeschränkt. 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 hingegen auch nicht-innovative Aktivitäten in einem für einen Staat notwendigen Umfang vertreten.

Auf der anderen Seite führt die Zugehörigkeit einer Innovationsregion zu einem grossen Staat zu einer geringeren internationalen Orientierung, zum Beispiel, wenn der Heimatmarkt ein ausreichend grosser Zielmarkt für neue Technologien ist. Dadurch kommt es zu einer geringeren Zahl internationaler Patentanmeldungen, sodass eine kleine offene Volkswirtschaft wie die Schweiz hier besser abschneidet als Innovationsregionen grosser Staaten.

Allerdings profitieren Innovationsregionen innerhalb von grösseren Staaten genau von dieser Staatsgrösse, da sie aus einem grossen gesamtstaatlichen Pool an Talenten und Ideen schöpfen und die

insgesamt vorhandenen innovativen Ressourcen des jeweiligen Staates zu einem bedeutenden Anteil anziehen können. Dies gilt nicht nur für hochqualifizierte Personen, sondern auch für knappe Güter wie zum Beispiel Risikokapital.

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

Literatur

- Galindo-Rueda, F. & Verger, F. (2016): OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity, OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2016/04. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2009): OECD Patent Statistics Manual. Abrufbar unter: www.oecd.org > Directorate for Science, Technology and Innovation > Science, technology and innovation policy > OECD Patent Statistics Manual.
- OECD (2018): Frascati-Handbuch 2015. Leitlinien für die Erhebung und Meldung von Daten über Forschung und experimentelle Entwicklung. Paris: OECD Publishing.
- OECD & Eurostat (2018): Oslo Manual 2018. Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. Paris: OECD Publishing.
- Rammer, C. & Trunschke, M. (2018): Forschung und Innovation: Die Schweiz im Vergleich zu anderen Innovationsregionen. Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- SBFI (2020): Forschung und Innovation in der Schweiz 2020. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.
- Schmoch, U. (2008): Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO). Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
- Schubert, T. & Rammer, C. (2018): Concentration on the Few – Mechanisms Behind a Falling Share of Innovative Firms in Germany. *Research Policy* 47(2), 379-389.

Tabelle B 9.1: Kennzahlen zu den Vergleichsregionen

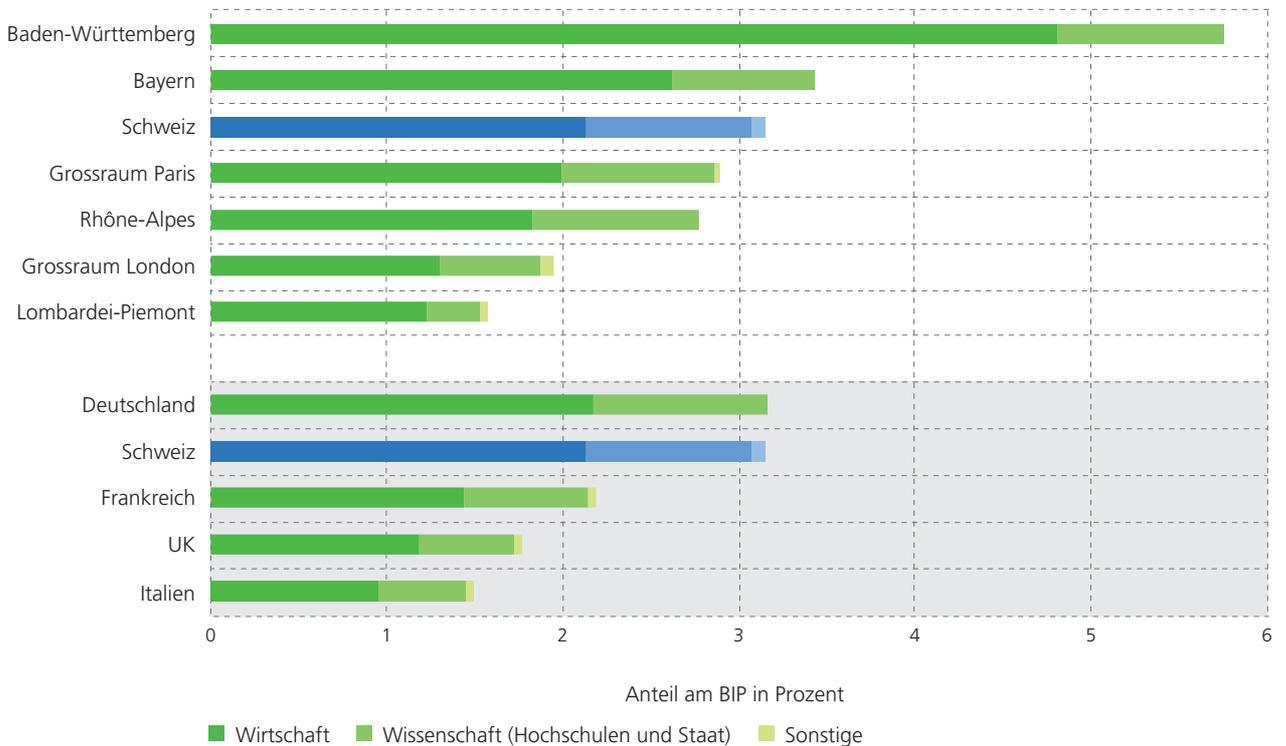
	Fläche in 1000 km ²	Einwohner 2020 in Mio.	BIP 2019 in Mrd. € ^{a)}	BIP/Kopf 2019 in Mrd. € ^{a)}	F&E-Aufwendungen 2019	
					je BIP in %	Anteil am gesamt- staatlichen Wert in %
Baden-Württemberg	35,8	11,10	525	47,4	5,76	28
Bayern	70,6	13,12	635	48,4	3,43	20
Lombardei-Piemont	49,3	14,34	537	36,4	1,57	55
Grossraum Paris ¹⁾	12,0	12,29	743	60,4	2,90 ^{b)}	12 ^{b)}
Rhône-Alpes	43,7	6,69	243	36,8	2,77 ^{b)}	39 ^{b)}
Grossraum London ²⁾	40,6	24,39	1131	46,4	1,95 ^{c)}	53 ^{c)}
Schweiz	41,3	8,61	654	76,5	3,15	100

^{a)} umgerechnet zu Wechselkursen; ^{b)} Wert für 2013, da keine aktuelleren Angaben verfügbar sind; ^{c)} Wert für 2018

¹⁾ Île-de-France; ²⁾ Inner and Outer London, East of England, South East (UK)

Quelle: Eurostat

Abbildung B 9.2: F&E-Aufwendungen in Prozent des BIP nach Durchführungssektor, 2019

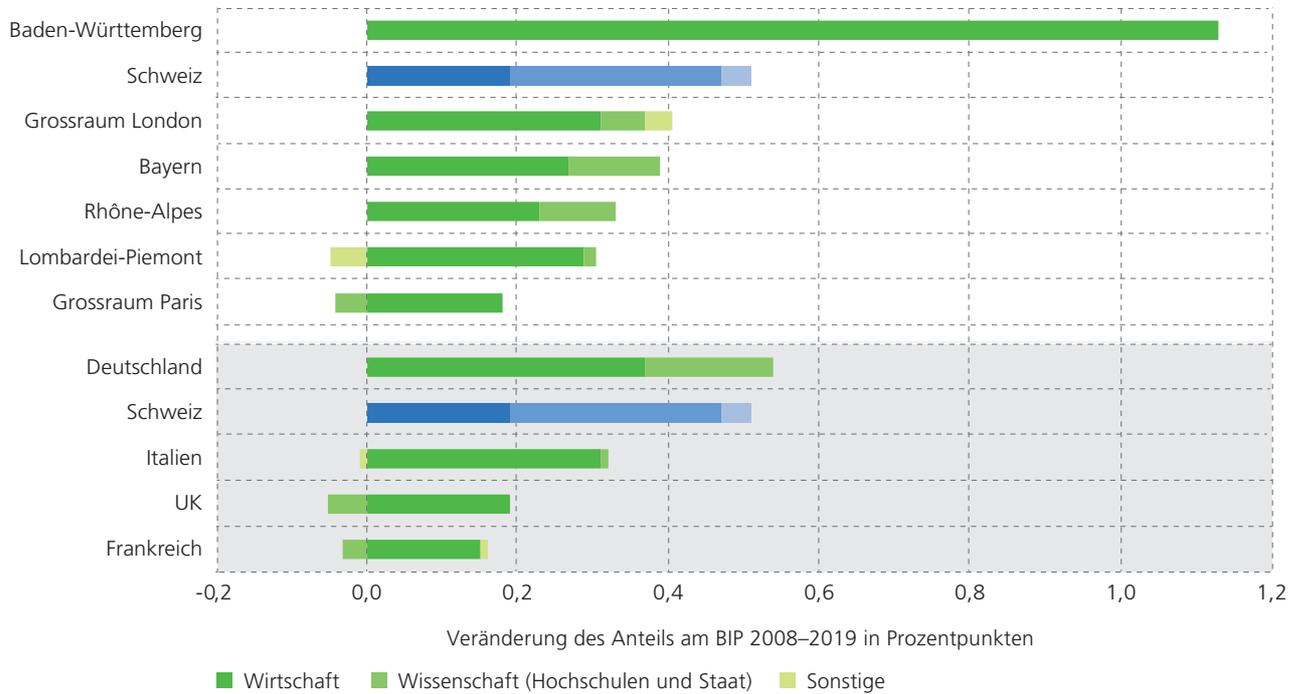


Sonstige: Gemeinnützige private Organisationen, die F&E betreiben

Ausnahmen zum Referenzjahr 2019: Rhône-Alpes (2013), Grossraum Paris (2013), Grossraum London (2018)

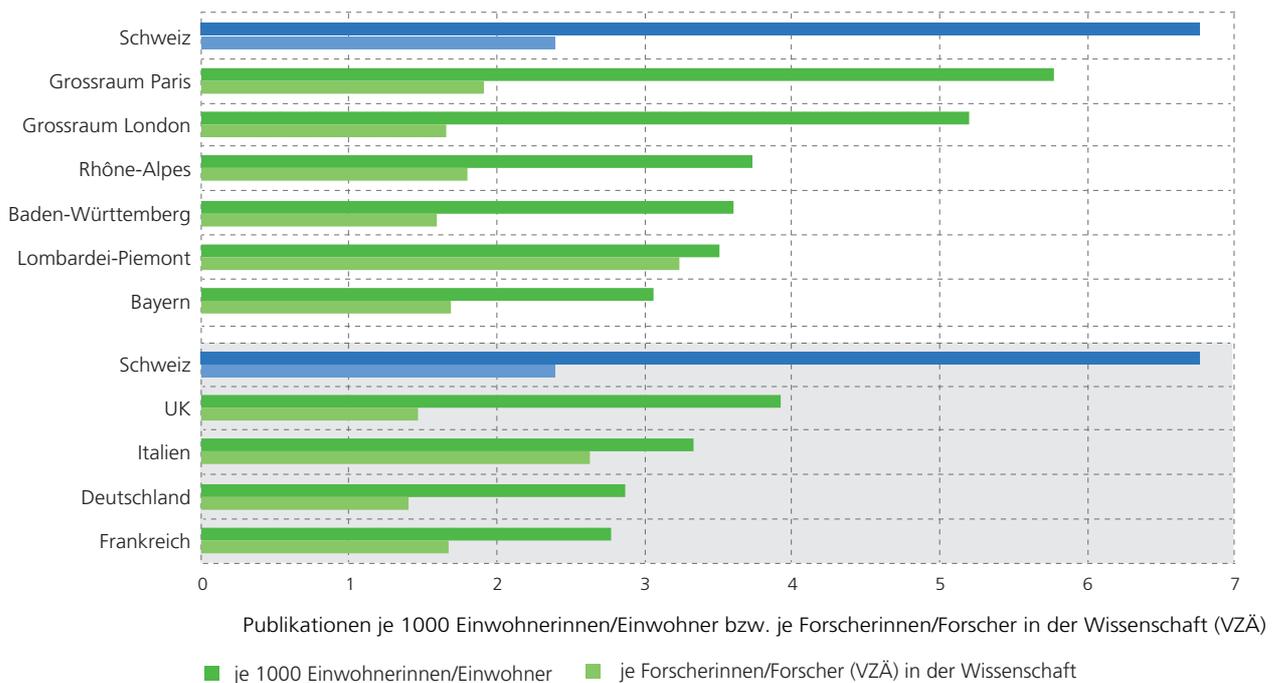
Quellen: Eurostat, Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.3: Veränderung der F&E-Intensität zwischen 2008 und 2019 nach Durchführungssektor



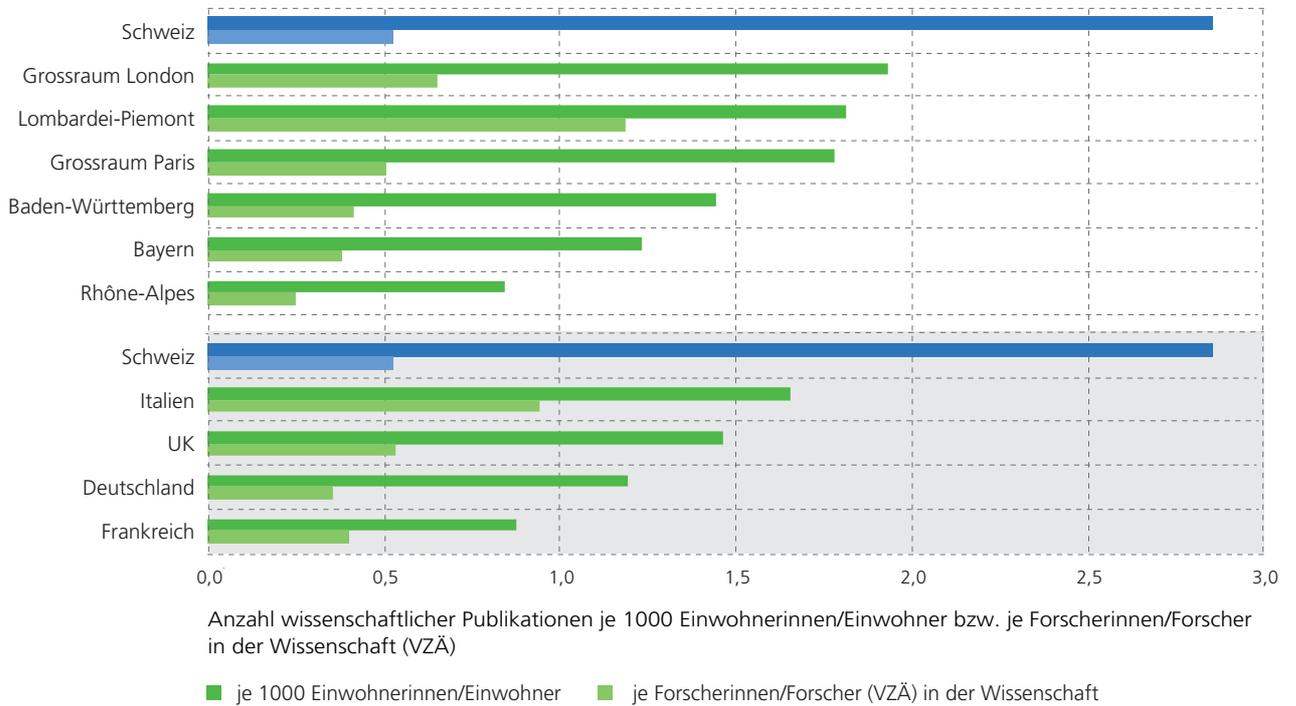
Sonstige: Gemeinnützige private Organisationen, die F&E betreiben
 Ausnahmen zum Referenzjahr 2008: Baden-Württemberg (2009), Bayern (2009)
 Ausnahmen zum Referenzjahr 2019: Rhône-Alpes (2013), Grossraum Paris (2013), Grossraum London (2018)
 Quelle: Eurostat, Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.4: Anzahl wissenschaftlicher Publikationen je Einwohnerin/Einwohner und je Forscherin/Forscher in der Wissenschaft, Durchschnitt 2018–2020



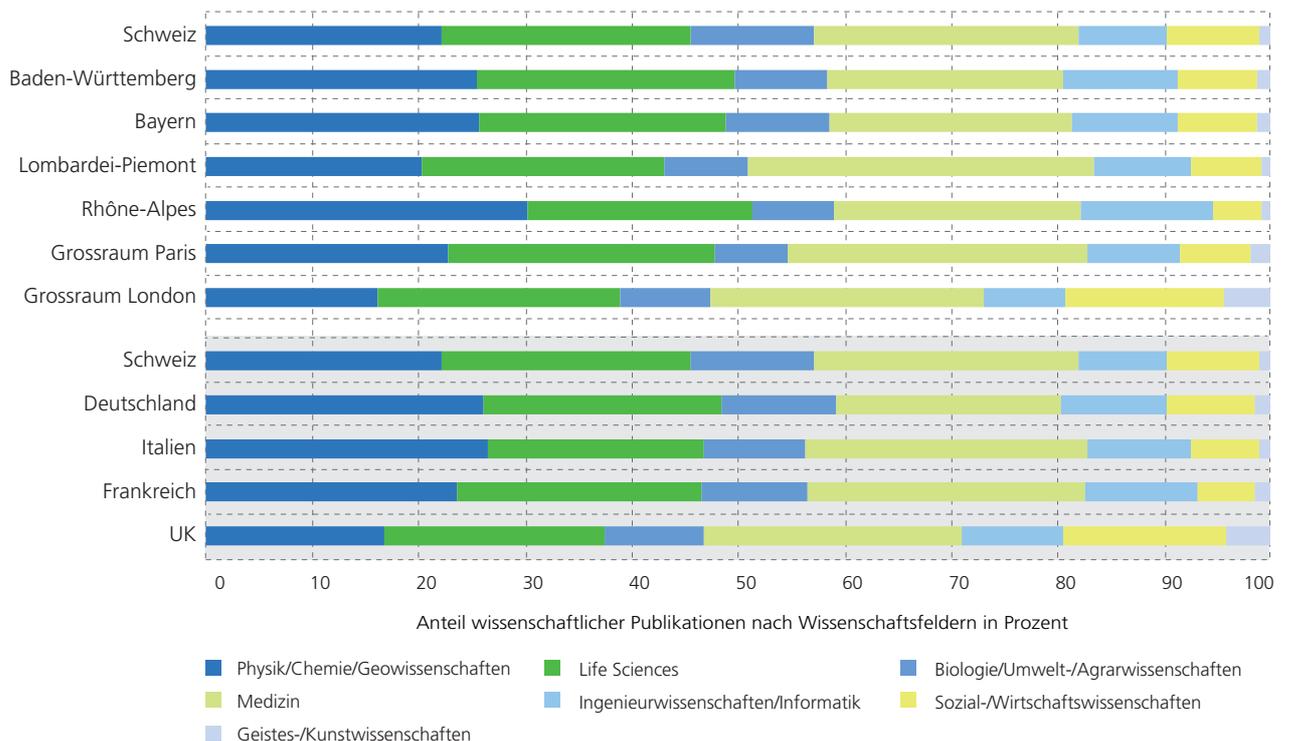
Quellen: WoS, Eurostat, Berechnungen Fraunhofer-ISI und ZEW

Abbildung B 9.5: Veränderung der Publikationsintensität zwischen den Perioden 2008–2010 und 2018–2020



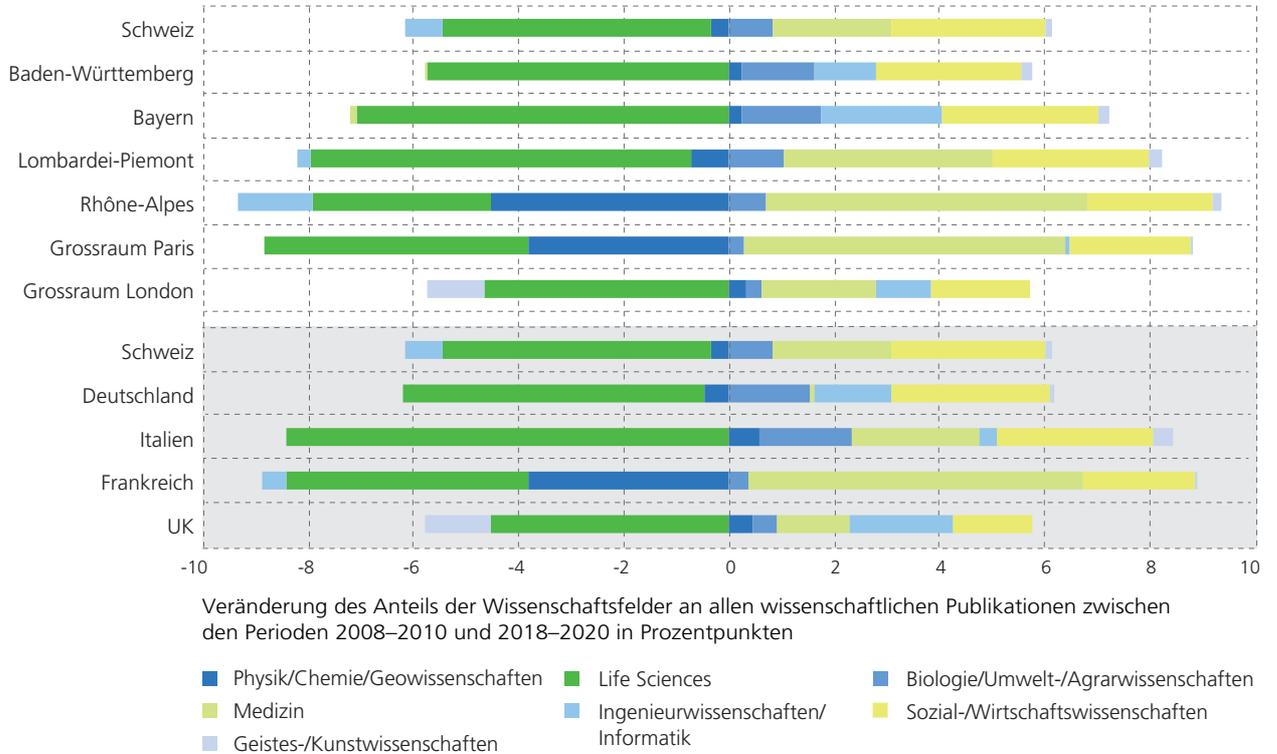
Quellen: WoS, Eurostat, Berechnungen Fraunhofer-ISI und ZEW

Abbildung B 9.6: Zusammensetzung wissenschaftlicher Publikationen nach Wissenschaftsfeldern, 2018–2020



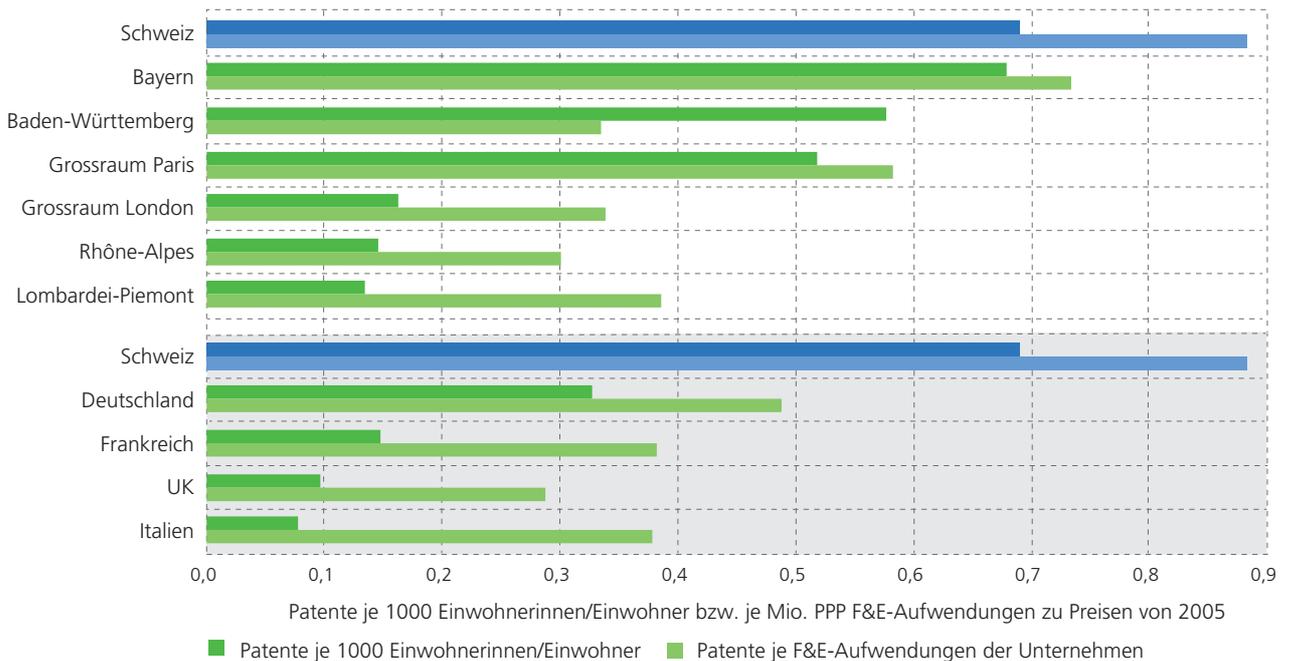
Quellen: WoS, Eurostat, Berechnungen Fraunhofer-ISI und ZEW

Abbildung B 9.7: Veränderung der Zusammensetzung wissenschaftlicher Publikationen zwischen den Perioden 2008–2010 und 2018–2020 nach Wissenschaftsfeldern



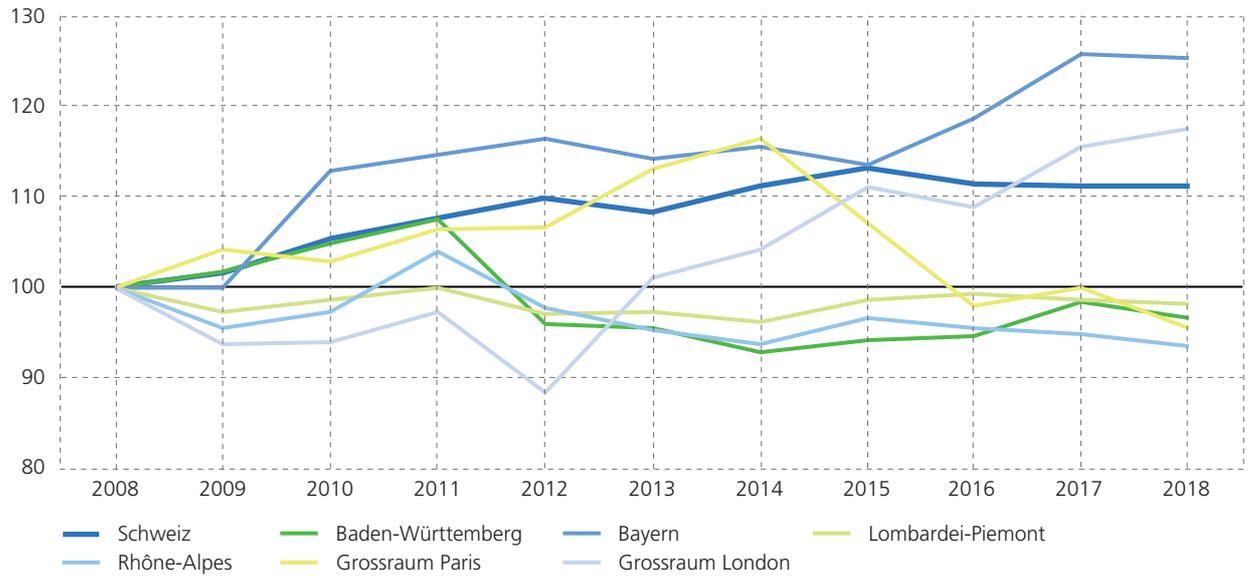
Quellen: WoS, Eurostat, Berechnungen Fraunhofer-ISI und ZEW

Abbildung B 9.8: Patentintensität, Durchschnitt 2017–2018



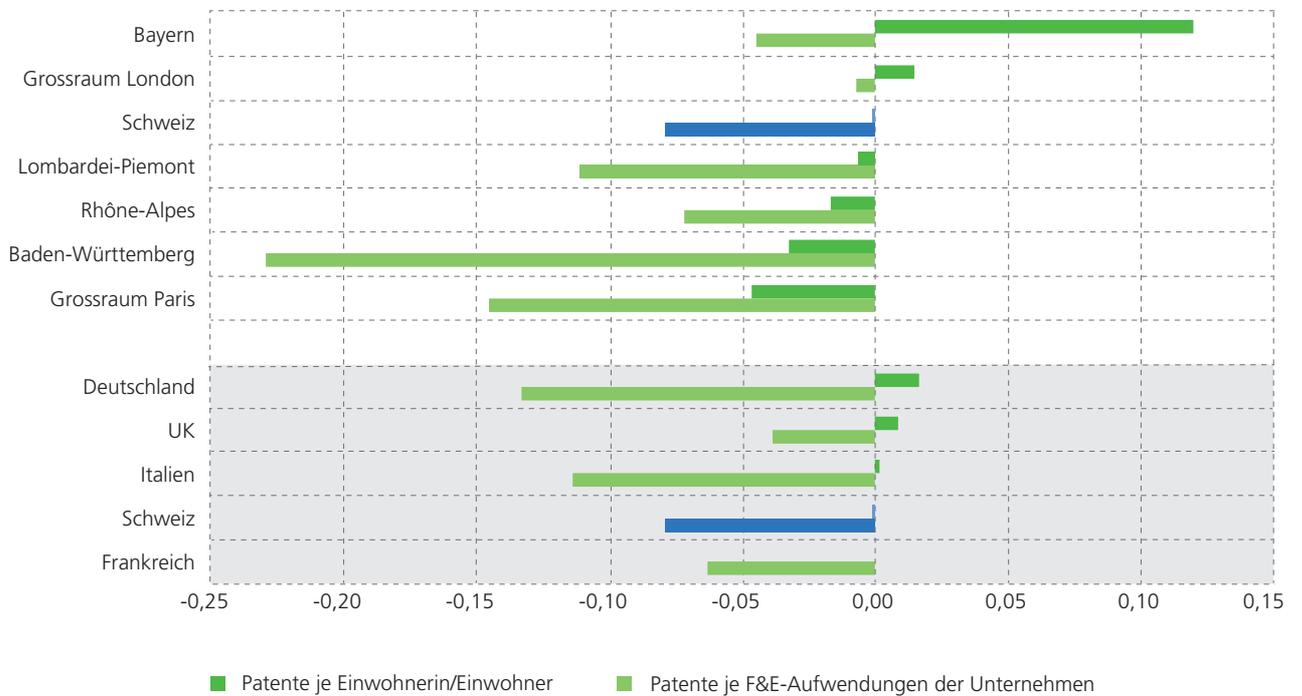
PPP = «purchasing power parity» bzw. Kaufkraftparität
Quelle: OECD (Regpat), Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.9: Entwicklung der internationalen Patentanmeldungen, 2008–2018



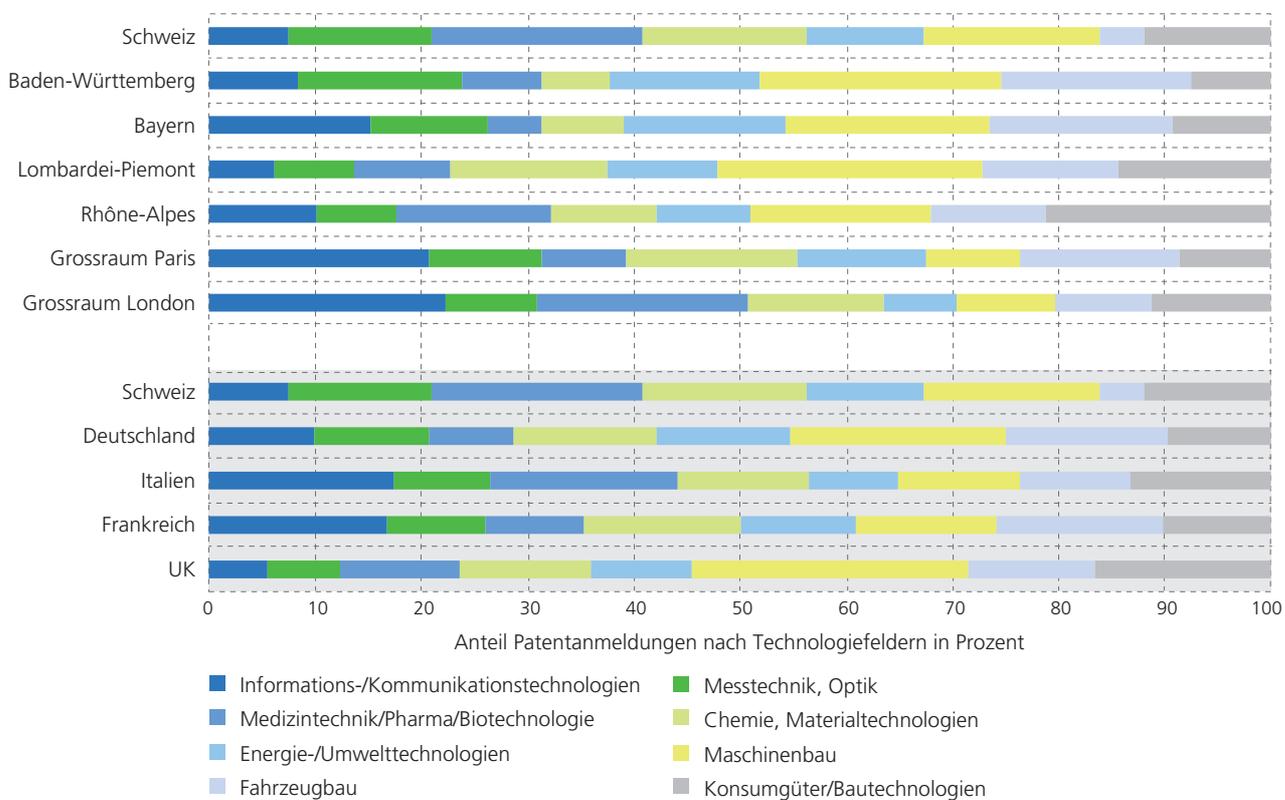
Quelle: OECD (Regpat), Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.10: Veränderung der Patentintensität zwischen den Perioden 2008–2009 und 2017–2018



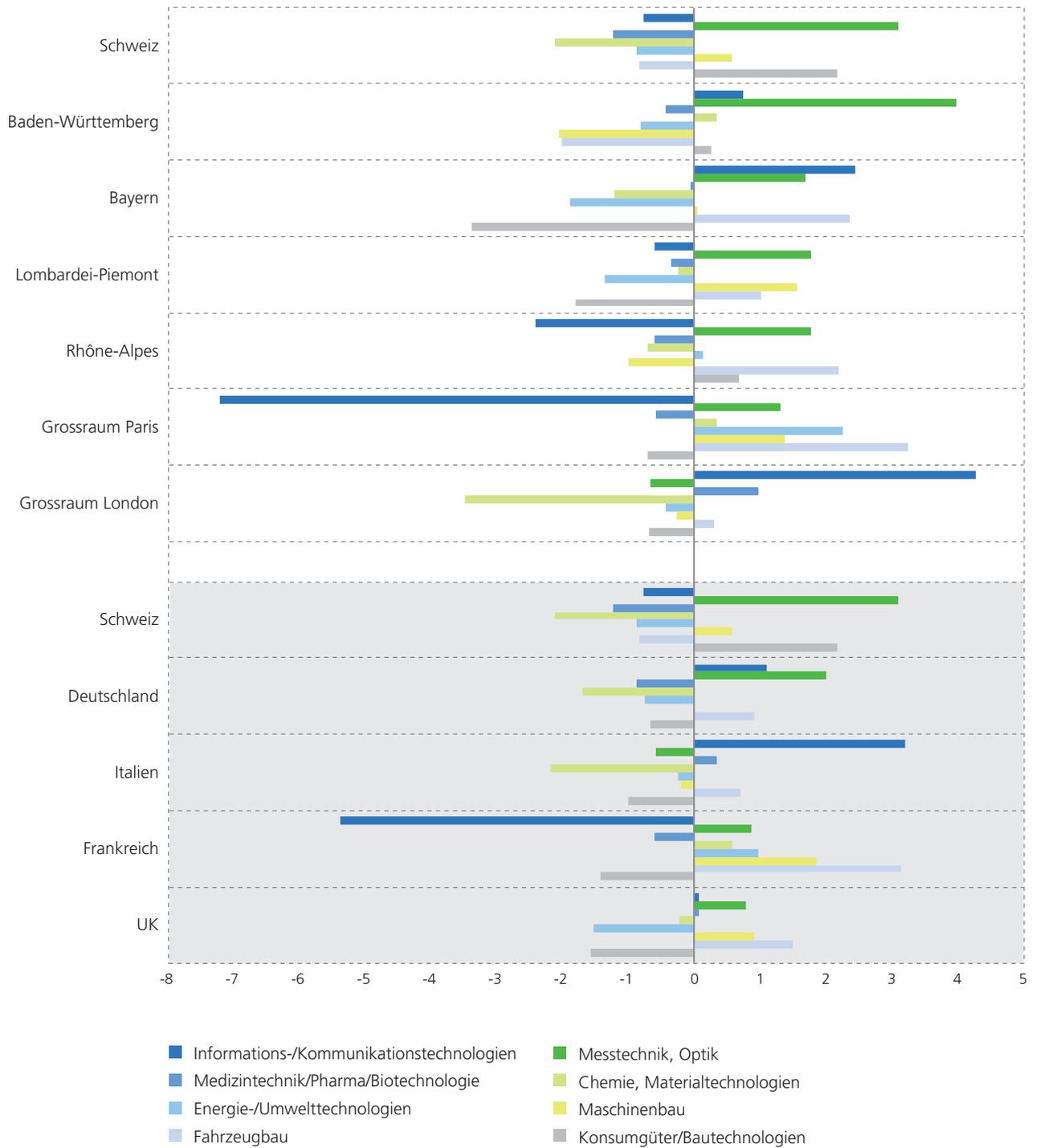
Quelle: OECD (Regpat), Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.11: Zusammensetzung der Patentanmeldungen nach Technologiefeldern, Durchschnitt 2015–2018



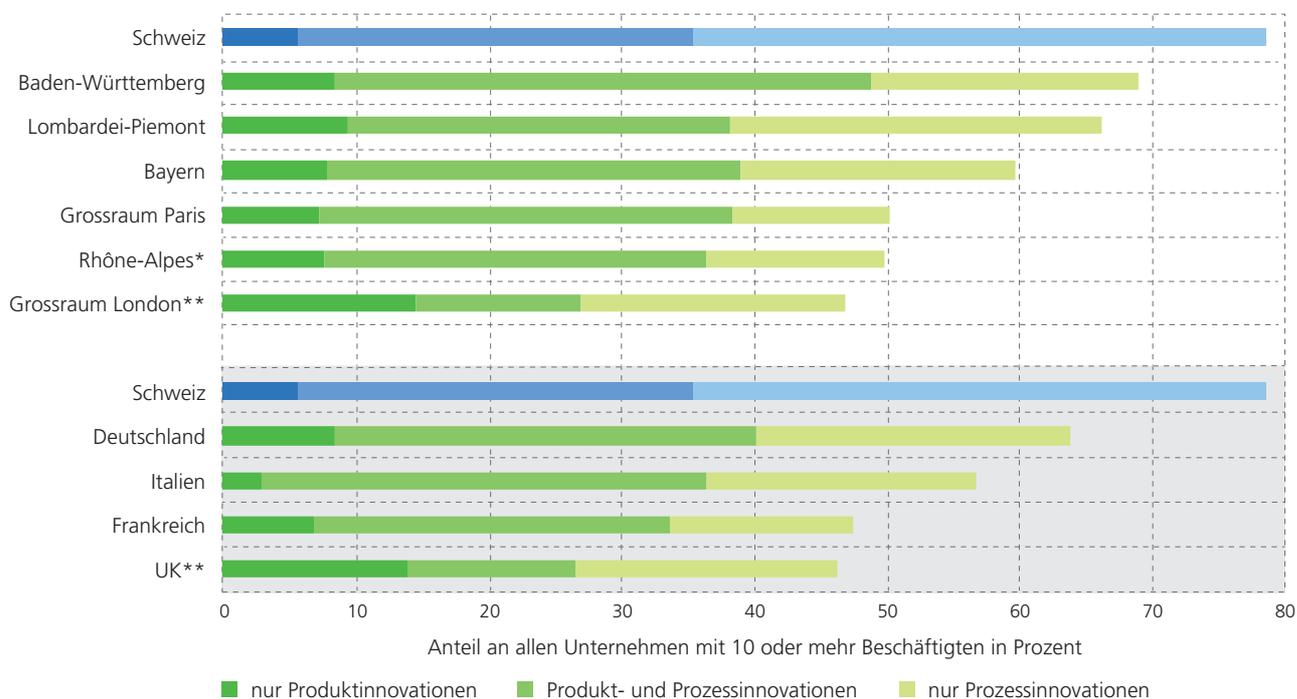
Quelle: OECD (Regpat), Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.12: Veränderung der Zusammensetzung der Patentanmeldungen nach Technologiefeldern zwischen den Perioden 2008–2009 und 2017–2018



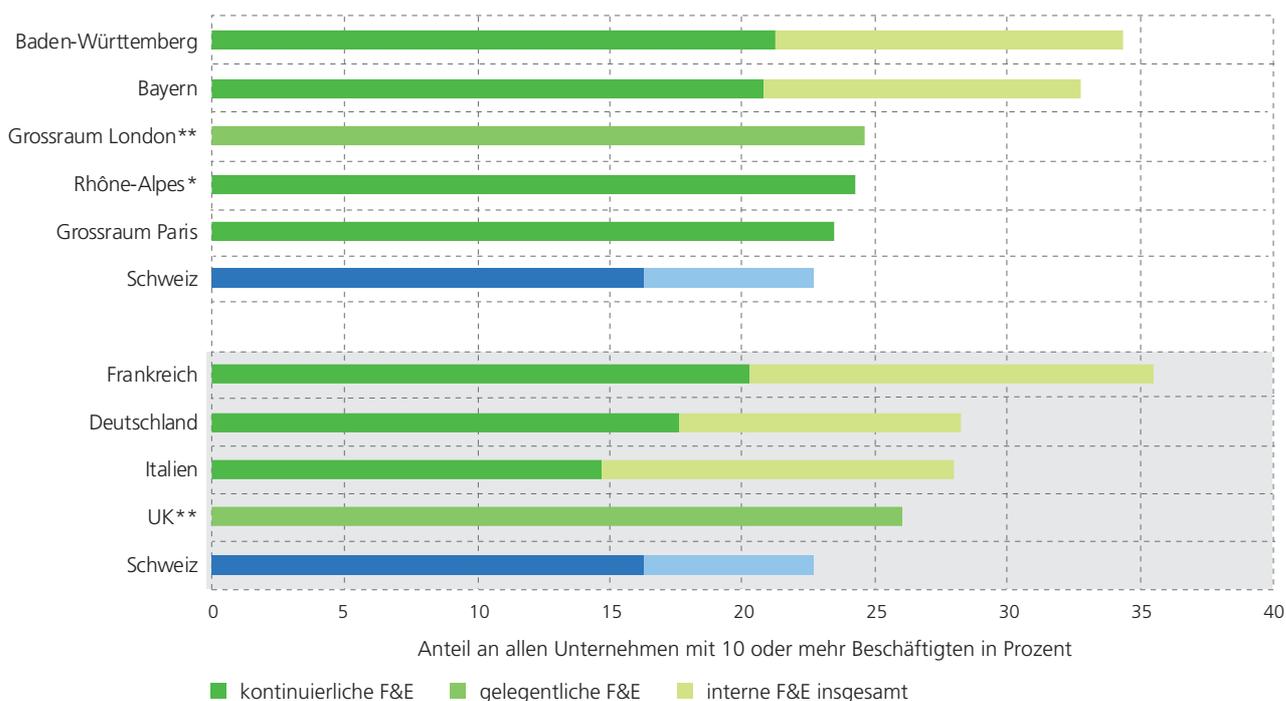
Quelle: OECD (Regpat), Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.13: Anteil Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen, 2018



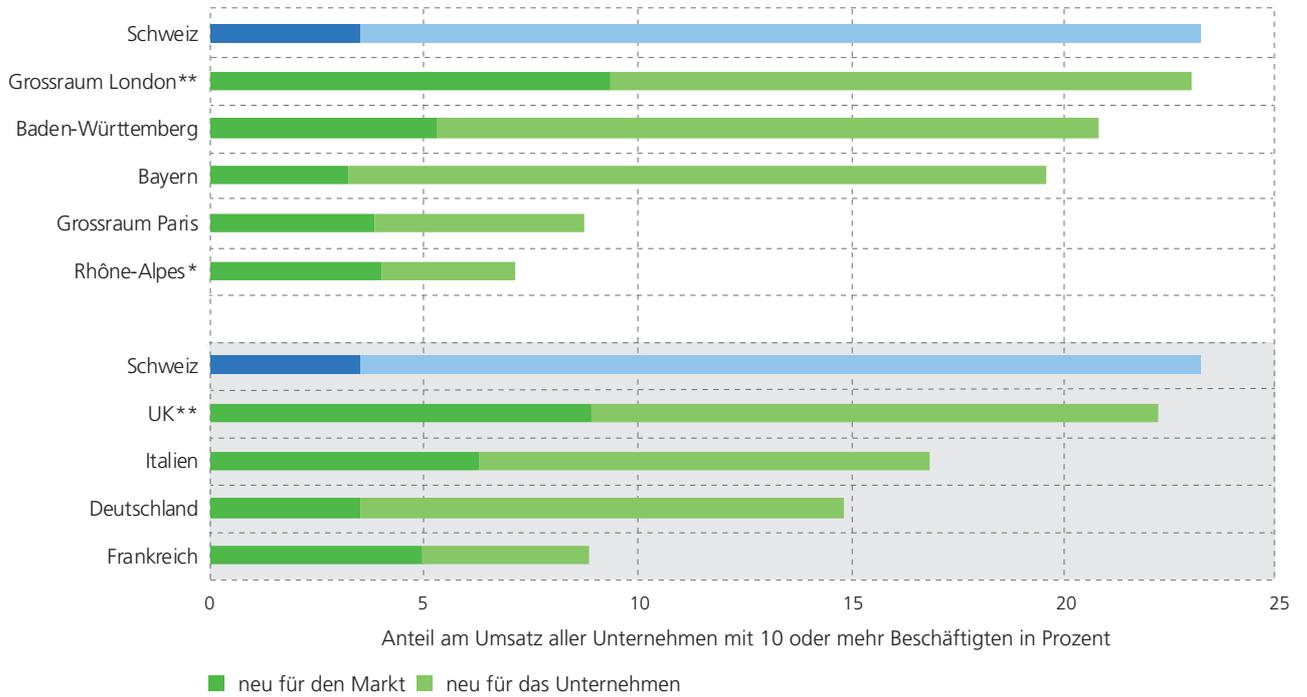
* Region Rhône-Alpes inkl. der Region Auvergne
 ** Werte für Grossraum London und UK umgerechnet auf den sektoralen Berichtskreis des CIS
 Quellen: Eurostat, INSEE, ISTAT, DBEIS, ZEW, Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.14: Anteil der Unternehmen mit internen F&E-Aktivitäten, 2018



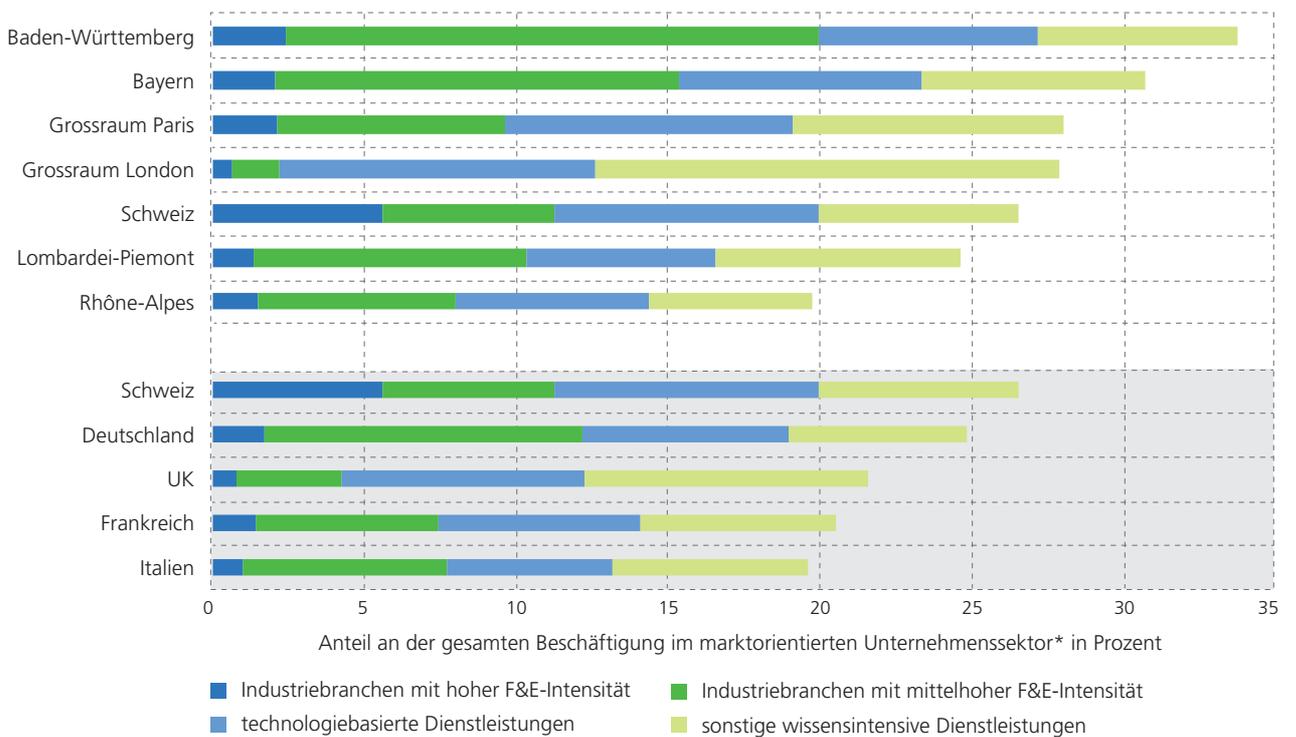
Lombardei-Piemont: keine Angaben
 Rhône-Alpes und Grossraum Paris: keine Angaben zum Anteil der Unternehmen mit gelegentlicher F&E
 * Rhône-Alpes inkl. der Region Auvergne
 ** Werte für Grossraum London und UK umgerechnet auf den sektoralen Berichtskreis des CIS
 Quellen: Eurostat, INSEE, ISTAT, DBEIS, ZEW, Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.15: Umsatzanteil von Produktinnovationen nach dem Neuheitsgrad, 2018



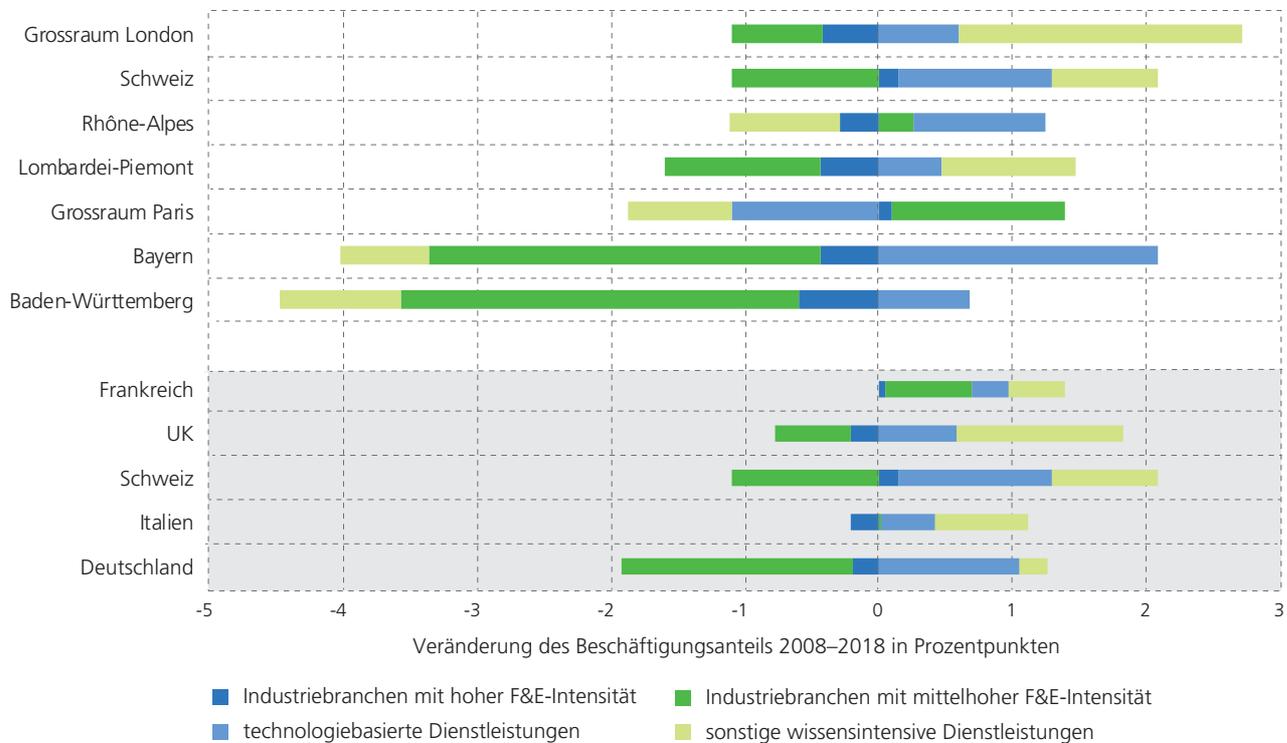
Lombardei-Piemont: keine Angaben
 * Rhône-Alpes inkl. der Region Auvergne
 ** Werte für Grossraum London und UK umgerechnet auf den sektoralen Berichtskreis des CIS
 Quellen: Eurostat, INSEE, ISTAT, DBEIS, ZEW, Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.16: Beschäftigungsanteil in forschungs- und wissensintensiven Branchen, 2018



* Wirtschaftszweige B bis N sowie 95 ohne K
 Quelle: Eurostat, Berechnungen ZEW

Abbildung B 9.17: Veränderung des Beschäftigungsanteils forschungs- und wissensintensiver Branchen, 2008–2018



Ausnahmen zum Referenzjahr 2008: Schweiz (2009), Rhône-Alpes (2010), Grossraum Paris (2010), Frankreich (2010)
 Quelle: Eurostat, Berechnungen ZEW