

6

Rahmenbedingungen für Innovationen: Regulierung, Infrastruktur und Kompetenzen

Im vorliegenden Kapitel werden die für Innovationen in der deutschen Wirtschaft erforderlichen Rahmenbedingungen erörtert. Hierzu zählen der regulatorische Rahmen ebenso wie die digitale und Dateninfrastruktur sowie Kompetenzen, Ausbildung und Arbeitsmarktbedingungen. Das Kapitel enthält außerdem Empfehlungen zur Vereinfachung des betrieblichen Umfelds innovativer Unternehmen durch effektivere Digitalisierung öffentlicher Dienstleistungen und die Einführung agilerer Politikansätze. Obwohl innovative Firmen in Deutschland im Allgemeinen gute regulatorische Bedingungen vorfinden, besteht dennoch Spielraum für mehr Agilität. In gleicher Weise sieht sich der Privatsektor trotz der gut ausgebildeten Bevölkerung in Deutschland einem Fachkräftemangel und starren Arbeitsmarktstrukturen gegenüber, die seine Innovationsfähigkeit beeinträchtigen könnten. Angesichts der wachsenden Bedeutung der digitalen Wirtschaft und der datengesteuerten Innovation ist es für Deutschland unerlässlich, in bessere digitale und Dateninfrastrukturen zu investieren.

Einführung

Die Fähigkeit von Unternehmen, zu investieren, zu experimentieren und innovativ zu handeln, wird von Rahmenbedingungen geprägt, insbesondere einem gut funktionierenden Regelungsrahmen, dem Zugang zu Kapital und einer ausgebildeten und qualifizierten Erwerbsbevölkerung. Zudem sind im Zuge der digitalen Transformation Konnektivität und eine hochwertige Dateninfrastruktur von entscheidender Bedeutung.

Günstigere Rahmenbedingungen und ein verbesserter Zugang zu Informationen in Wissenschaft, Technologie- und Innovation (WTI) – beispielsweise durch Einsichtnahme in die verfügbaren Förderprogramme – ist besonders für kleinere Akteure und Start-ups von Belang. Zwar sind die Rahmenbedingungen für alle Unternehmen relevant, doch kleinere Firmen verfügen häufig über geringere interne Kapazitäten für die Herausforderungen, die sich aus dem Geschäftsumfeld und den rechtlichen Vorgaben ergeben. Deshalb droht ihnen eine unverhältnismäßig starke Beeinträchtigung durch diese Rahmenbedingungen. Start-ups sind zudem häufig im Nachteil, wenn es um den Zugang zu WTI-relevanten Informationen und Förderprogrammen geht, da sie kaum über Vorerfahrung verfügen.

Obwohl Rahmenbedingungen auch für inkrementelle Innovationen eine wichtige Rolle spielen, haben sie noch weitaus größeres Gewicht, wenn es darum geht, ein breites Engagement von Innovationsakteuren zugunsten von Sprunginnovationen hervorzurufen und so die ökologische und die digitale Transformation voranzubringen. So ist beispielsweise die digitale Infrastruktur für beide Transformationen von wesentlicher Bedeutung. Der Zugang zu Kapital wiederum ist eine Voraussetzung für disruptive Innovationstätigkeit, weshalb die Bereitstellung finanzieller Mittel für den Mittelstand und für Start-up-Unternehmen unerlässlich ist.

Dieser Abschnitt liefert eine Bestandsaufnahme hinsichtlich der wichtigsten Rahmenbedingungen für Innovationstätigkeit in Deutschland: vom allgemeinen Regelungsrahmen für die Wirtschaft über den Zugang zu Kapital für innovative Unternehmen, Arbeitsmarktregulierung sowie Leistung, Kompetenzen und Ausbildung bis hin zur Entwicklung einer digitalen und Dateninfrastruktur, die dem Innovationsbedarf gerecht wird.

Das Kapitel ist in fünf Abschnitte gegliedert. Abschnitt 1 enthält eine Empfehlung für agile politische Entscheidungen zur Förderung der Innovation. Abschnitt 2 untersucht die übergeordneten regulatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen für die Wirtschaft. Abschnitt 3 betrachtet die digitale und Dateninfrastruktur für Innovationsträger in Deutschland. Abschnitt 4 wirft einen Blick auf die Arbeitsmarktbedingungen. Abschnitt 5 schließt mit einer Erörterung der Fachkompetenzen und Qualifikationsmängel im deutschen Innovationssystem.

Empfehlung 3: Ausweitung und Verankerung agiler politischer Instrumente zur Unterstützung von Innovationsbemühungen kleinen und mittlerer Unternehmen (KMU) im Rahmen der digitalen und ökologischen Transformationen

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Die Bundesregierung sollte Instrumente (wie beispielsweise Reallabore) in alle relevanten Politikbereiche integrieren, um deren Potenzial für Veränderungen maximal auszuschöpfen, um die betreffenden Methoden im Kontext ihres WTI-Ansatzes zu normalisieren und um zusätzliche Daten zur Evaluierung dieser Maßnahmen zur Optimierung dieser Instrumente zu generieren. Reallabore bezeichnen eine eingeschränkte Form von regulatorischen Ausnahmetatbeständen beziehungsweise die Gewähr größerer Flexibilität für Unternehmen, die es ihnen ermöglicht, innovative Technologien, Produkte oder Dienstleistungen zu testen, die dem bestehenden Regelungsrahmen nicht vollständig entsprechen. Zugleich sollte die Regierung größere Flexibilität in bestehenden Regelungs- und Politikbereichen vorsehen und angesichts der tiefgreifenden Transformationen einen risiko- und experimentierfreudigeren Ansatz der politischen Entscheidungsfindung wählen.

E3.1 Bürokratische und administrative Barrieren für KMUs und Start-up-Unternehmen abbauen. Die Bundesregierung sollte sowohl die Verfahren für bestimmte Verwaltungsdienstleistungen gegenüber Unternehmen als auch administrative Schritte rationalisieren, die für den Erhalt von WTI-Fördermaßnahmen wie beispielsweise Innovationszuschüsse auf Seiten der Unternehmen erforderlich sind. Einige KMUs und Start-ups schrecken vor Anträgen im Rahmen von Förderprogrammen zurück, da die Antragsverfahren mit beträchtlichem Aufwand verbunden sind. Wo rechtliche Hürden eine Vereinfachung und Flexibilisierung von Fördermaßnahmen verhindern, sollte die Bundesregierung eine Prüfung der durchführbaren Änderungen vornehmen, um die Zugangsbedingungen zu verschlanken. Programme wie das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (BMWK) oder KMU-innovativ (BMBF) haben vorgemacht, wie mit bewährter Praxis die Zahl der Erstteilnehmer an Forschungs- und Innovations-Förderinitiativen erhöht werden kann.

E3.2 Die Regierung sollte ein Programm zur Digitalisierung von Regierungs- und Verwaltungsmaßnahmen, -dienstleistungen und -verfahrensabläufen auflegen. Die Digitalisierung öffentlicher Dienstleistungen sollte im Anschluss an die Rationalisierung bestehender Vorschriften und Verfahren voranschreiten. Der Schwenk zur digitalen Leistungserbringung würde den Zweck erfüllen, sämtliche Interaktionen zwischen Unternehmen – insbesondere KMU und Start-ups – an einer einzigen Anlaufstelle, vorzugsweise als digitaler Service „aus einer Hand“ ablaufen zu lassen. Dies würde, mehr als nur eine Digitalisierung vorhandener analoger Verfahren, deren Verbesserung (beispielsweise durch den Entfall von Zwischenschritten) erfordern. Es wäre auch vorzusehen, Daten aus der Nutzung digitaler Dienstleistungen zu erheben, um die politischen Entscheidungen zu Instrumenten durch die Analyse dieser Daten weiter zu verbessern. Die Nutzung von neuen Methoden wie z. B. maschinelles Lernen und semantische Analyse, könnten sowohl die Qualität des Regierungs- und Verwaltungshandelns verbessern als auch die Regierung in die Lage versetzen, als führender Akteur die digitale Transformation des öffentlichen und privaten Sektors weiter zu beschleunigen.

E3.3 Den Einsatz von Reallaboren ausweiten. Der Beschluss der deutschen Reallabor-Strategie – der Einsatz von Reallaboren in Deutschland wird in Kapitel 9 zur politischen Reaktions-schnelligkeit und in der entsprechenden Empfehlung 2 zur Einrichtung eines Politiklabors erörtert – war ein entscheidender Schritt hin zu einer Nutzung von Reallaboren, zusätzlich sollte das Augenmerk jedoch auf folgende Aspekte gerichtet werden:

- Stärkung der regulatorischen Zusammenarbeit zwischen den diversen Bundesbehörden sowie zwischen den kommunalen, Länder- und Bundesbehörden bei der Einrichtung von Reallaboren. Dies ist insofern von besonderem Belang, als neu aufkommende innovative Bereiche häufig quer durch traditionelle Industriesektoren und Aufgabenbereiche von Regulierungsbehörden und Bundesministerien verlaufen.
- Gezielte Ansprache von KMU und Start-ups, um zu gewährleisten, dass sie Zugang zu Reallaboren finden und dass die Zulassungskriterien jüngere oder kleinere Firmen nicht ausschließen. Zusätzlich sollte die Bundesregierung weiterhin Sensibilisierungsinitiativen im Hinblick auf die Chancen und Möglichkeiten von Reallaboren ergreifen, insbesondere für die Zielgruppen KMU sowie Bürger*innen. Ein möglicher Ansatz hierfür ist die Veranstaltung von Wettbewerben. Die Einrichtung von Reallaboren setzt zudem voraus, dass eine mögliche Vereinnahmung von Rechtsvorschriften durch teilnehmende Firmen vermieden wird.

E3.4 Eine benutzerfreundliche einheitliche digitale Anlaufstelle für die Inanspruchnahme von WTI-Maßnahmen fördern. Deutschland bietet dem Privatsektor derzeit eine Fülle von Instrumenten zur Innovationsförderung, deren Wirksamkeit insgesamt allerdings erhöht werden könnte. Zu diesem Zweck sollte die öffentliche Verwaltung erwägen, die Kommunikation für diese

Instrumente zu verbessern, die aktuell eine zentral koordinierte Plattform als Verzeichnis verfügbarer Instrumente (Förderfinder des Bundes) sowie individuelle Beratungsleistungen umfasst, die es den Firmen ermöglichen, bedarfsgerechte Angebote auszuwählen (Förderberatung Forschung und Innovation des Bundes). Eine Ergänzung dieser Leistungen durch eine vollentwickelte einheitliche digitale Anlaufstelle für die Inanspruchnahme von WTI-Maßnahmen durch KMU, Start-ups und Einzelunternehmer würde den Zugang und die Nutzung von Förderprogrammen verbessern. Diese einheitliche digitale Anlaufstelle sollte es Unternehmen (im In- und Ausland) auch ermöglichen, ihre Förderfähigkeit für verschiedene innovationsfördernde Instrumente auf einfache Weise zu prüfen. Sie würde zudem die bereits bestehenden Beratungsaktivitäten durch Zentralisierung und Digitalisierung der intern abzuwickelnden Antragsverfahren für die genannten Instrumente einbinden. Die Plattform könnte überdies als Vehikel für eine ziel- und herausforderungsorientierte Innovation fungieren und so auf Unternehmensseite die Kenntnisnahme von und Beteiligung an Innovationsprogrammen zur Förderung sozioökonomischer Ziele erhöhen.

Einschlägige globale Erfahrungen und bewährte Praxis

Regulatorische Flexibilität

Digital befähigte Produkte und neu aufkommende Technologien lassen sich häufig nicht ohne weiteres in bestehende regulatorische Rahmen pressen, was für Unsicherheit auf Seiten innovativer Firmen sorgt. Zudem stellen das Tempo des technologischen Wandels und die Komplexität vieler dieser Technologien die Regulierungsbehörden vor zusätzliche Herausforderungen. Stoßen digital innovative Unternehmen auf rechtliche Unsicherheiten – oder gar auf einen rechtsfreien Raum –, so könnte sie dies u. U. von Innovationen abhalten oder daran hindern, die erforderlichen Finanzmittel für Innovationen und eine Skalierung des Geschäftsbetriebs einzuwerben. Nach Erkenntnis dieses Problems haben politische Entscheidungsträger*innen in der OECD-Region begonnen, mit ihren Regulierungsansätzen zu experimentieren, wobei einige Länder sich zusehends eine Methode des Testens und Lernens für die Regulierung zu eigen machen.

Einer der am häufigsten – auch in Deutschland – aufgegriffenen Ansätze sind die Reallabore: begrenzte Räume, in denen Ausnahmeregelungen gelten beziehungsweise mehr Flexibilität gewährt wird, damit Unternehmen neue Geschäftsmodelle oder Produkte unter geringeren regulatorischen Auflagen testen können. Reallabore sind sinnvoll, um deutsche Innovationen in Schlüsselindustrien (wie beispielsweise autonomes Fahren für die Automobilindustrie) voranzutreiben, jedoch auch um die ökologische Transformation in der Industrie zu vollziehen.

Zwei interessante Beispiele, bei denen Reallabore für die ökologische Transformation zum Einsatz gelangen, sind „Innovation Link“ im Vereinigten Königreich und „Expérimentation“ in Frankreich. Die Energie-Regulierungsbehörde Ofgem hat im Vereinigten Königreich unter dem Titel „Innovation Link“ ein Reallabor für Innovatoren im Energiesektor ins Leben gerufen, das diese in die Lage versetzt, innovative Geschäftsprodukte, Dienstleistungen und neue Geschäftsmodelle zu erproben, die unter den bestehenden regulatorischen Bedingungen nicht betriebsfähig wären (Attrey, Leshar und Lomax, 2020^[11]). Die Inspiration für das Ofgem-Reallabor stammt aus der Software-Entwicklung; dort ist es gängige Praxis, neuen Code in einem kontrollierten Umfeld zu testen, ohne die Funktionsfähigkeit des Gesamtprogramms aufs Spiel zu setzen. „Innovation Link“ umfasst eine maßgeschneiderte Beratung für die Programmteilnehmer, während zu den Projekten u. a. ein Peer-to-Peer-Energiehandel und ein innovatives Tarifsystem zählten. Die Erfahrung mit dem Programm „Expérimentation“ in Frankreich hat zudem das Potenzial von Reallaboren zur Förderung von Nachhaltigkeitszielen illustriert, da ein Viertel der 85 Anträge für das branchen- und technologieoffene Programm den Schwerpunkt auf Umweltschutz legten (Attrey, Leshar und Lomax, 2020^[11]).

Regulatorische Flexibilität spielt auch eine wichtige Rolle bei der Unterstützung der digitalen Transformation in der Wirtschaft (OECD/KDI, 2021^[2]). Dies trifft insbesondere auf digitale Dienstleistungsplattformen zu, die häufig die Grenzen zwischen verschiedenen Sektoren und Branchen (einschließlich des Bankensektors) verschwimmen lassen und neue regulatorische Herausforderungen mit sich bringen. Die Frage der Datenschutzregelung, die im deutschen Kontext aufgrund der dezentral organisierten Daten-Governance ein schwieriges Thema bleibt, ist an dieser Stelle besonders von Belang. Im Jahr 2016 hat die Financial Conduct Authority (Finanzaufsichtsbehörde) des Vereinigten Königreichs ein Reallabor-Programm aufgelegt, das es Unternehmen aller Größen gestattete, innovative Finanzprodukte am Markt an realen Verbrauchern zu testen. Zu den Zielen des Programms zählte es, den Firmen zu ermöglichen, potenziell disruptive Produkte in einem kontrollierten Umfeld zu testen, um die Vorlaufzeit kommerziell tragfähiger Produkte und Geschäftsmodelle zu reduzieren und Lücken beim Verbraucherschutz innerhalb der bestehenden, für die betreffenden neuen Produkte geltenden Rechtsvorschriften ausfindig zu machen. Vergleichbare Programme wurden seither in mehreren OECD-Ländern aufgelegt, u. a. in Kanada, wo die Canadian Securities Administrators (Börsenaufsichtsbehörde) im Zeitraum von 2016–2019 ein Programm durchführte, um Fintech-Firmen mithilfe von zeitlich befristeten Ausnahmeregelungen zu unterstützen und so besser zu verstehen, wie Innovationen Finanzmärkte beeinflussen könnten (OECD/KDI, 2021^[2]).

Zwar haben etliche OECD-Länder inzwischen damit begonnen, sich in regulatorischen Fragen politisch agiler zu verhalten, doch bleiben diese Ansätze zumeist branchenspezifisch. Das ist durchaus verständlich, da viele der Programme von Regulierungsbehörden verwaltet werden, die für bestimmte Bereiche zuständig sind. Diese Ansätze in Deutschland als Querschnittsaufgaben zu betrachten – und ihre Umsetzung beispielsweise im Rahmen des in Empfehlung 1 vorgeschlagenen politischen Forums oder des in Empfehlung 2 erörterten Labors für Innovationspolitik zu überwachen – böte den Vorteil, den Bemühungen ein größeres Maß an Zielgerichtetheit zu verleihen und sie auf gesamtwirtschaftliche Transformationsziele auszurichten.

Agilität ist zudem auch für die politische Entscheidungsfindung selbst von Belang. Eine Reihe neuer digitaler Instrumente ist geeignet, politische Entscheidungsträger in die Lage zu versetzen, Beschlüsse in besserer Kenntnis der Sachlage rascher und effizienter zu fassen. Wie im TIP-Bericht „*Alternative Tools to Support Innovation Policy: What is Feasible Today*“ (Alternative Instrumente zur Förderung von Innovationspolitik: Was ist heute machbar?) ausgeführt, wird derzeit eine ganze Reihe digitaler Instrumente verfügbar gemacht, um politische Entscheidungsträger zu unterstützen und es ihnen zu ermöglichen, bei der Umsetzung ihrer politischen Ansätze agiler vorzugehen. Diese Instrumente können eine detailliertere und zeitnahe Datenerhebung (beispielsweise durch Pulsbefragung oder Web-Scraping) sowie eine effektivere Verarbeitung von Befunden und Daten (beispielsweise durch semantische Analyse von Textdaten, natürliche Sprachverarbeitung und künstliche Intelligenz) unterstützen und die Teilhabe der Gesellschaft an WTI und WTI-Politikgestaltung (beispielsweise durch Online- und partizipative digitale Plattformen) verbessern – ein Thema, das im Zusammenhang der Transformationen immer wichtiger wird.

Missionsorientierte Innovationspolitik

Missionsorientierte Innovationspolitik bezeichnet ein abgestimmtes Gefüge von politischen und regulatorischen Maßnahmen, die konkret auf wissenschaftliche, technologische und innovative Impulse setzen, um klar definierte Ziele in Verbindung mit gesellschaftlichen Herausforderungen innerhalb eines vorbestimmten Zeitraums anzustreben (Larrue, 2020^[3]). Solche Maßnahmen können bestimmte Phasen eines Innovationszyklus, von der Forschung über die Demonstration bis hin zur Markteinführung, sowie angebots- und nachfrageseitige Instrumente umfassen und verschiedene Politikbereiche, Sektoren und Fachdisziplinen berühren.

In Frankreich fügt sich die missionsorientierte Innovationspolitik (MOIP) ein in eine lange Tradition proaktiver politischer Maßnahmen zur Verwirklichung strategischer oder wirtschaftlicher Ziele; in jüngerer Zeit

dient sie auch als Reaktion auf entscheidende gesellschaftliche Herausforderungen. Zu diesen Maßnahmen zählen insbesondere die „Grands Programmes“, die „Réseaux thématiques de recherche“ (themenspezifische Forschungsnetzwerke) wie beispielsweise das Programm PREDIT mit 15-jähriger Laufzeit zur Förderung der Forschung in der Automobilindustrie seit Beginn der 1990er Jahre, sowie großangelegte Projekte der Agence de l'innovation industrielle (Agentur für industrielle Innovation) Mitte der 2000er Jahre. Diese Initiativen sollten einen strategischeren Ansatz unterstützen und eine kritische Masse in nationalen Prioritätsbereichen und Projekten in einem vielfach als fragmentiert und vielschichtig bezeichneten politischen Umfeld ermöglichen.

Die im Jahr 2021 initiierte vierte Auflage des französischen „Programme d'investissements d'avenir“ (PIA4, Programm für Zukunftsinvestitionen) markiert u. U. einen Wendepunkt. Es ist in zwei so genannte „Interventionslogiken“ aufgegliedert. Die „strukturelle Logik“ sieht langfristige nachhaltige Finanzierung für Schlüsselinstitutionen in Forschung und Innovation vor. Die „zielorientierte Logik“ verfolgt einen stärker fokussierten Ansatz zur Förderung außergewöhnlicher Investitionen, um fünf „große Herausforderungen“ zu meistern (1. Sicherung, Zertifizierung und Steigerung der Verlässlichkeit künstlicher Intelligenz, 2. Verbesserung der medizinischen Diagnostik durch künstliche Intelligenz, 3. Cyber-Sicherheit: Nachhaltige Systeme widerstandsfähig gegen Cyberangriffe machen, 4. Biologische und kostengünstige Erzeugung hochwertiger Proteine, 5. Entwicklung verdichteter Energiespeicherung für nachhaltige Mobilität). Diese Herausforderungen wurden vom 2018 ins Leben gerufenen Conseil de l'innovation (Innovationsrat) ausgewählt, um Prioritäten der französischen Innovationspolitik festzulegen, Querschnittsmaßnahmen zu bestimmen und das französische forschungs- und innovationspolitische Umfeld zu vereinfachen.

Die wichtigsten Instrumente der Komponente „zielgerichtete Logik“ sind die Beschleunigungsstrategien. In bestimmten herausfordernden Bereichen zielen diese umfangreichen Initiativen darauf ab, die zentralen sozioökonomischen Transformationshürden zu ermitteln und die jeweiligen Herausforderungen unter Anwendung eines globalen und systemischen Ansatzes und in Kombination diverser Interventionsformen (Forschung, Ausbildung, Finanzierung, Normen und Standards, Besteuerung usw.) zu bewältigen. Der voraussichtliche Mehrwert der Beschleunigungsstrategien liegt nicht in erster Linie in der Neuheit der geförderten Aktivitäten, sondern in ihrer stärkeren strategischen Steuerung und Integration in den Verlauf des Innovationszyklus. Während die Ziele des ersten PIA im Jahr 2010 im Kontext der Finanzkrise von 2008 von der Politik bestimmt wurden, sind die Beschleunigungsstrategien des PIA4 von allen maßgeblichen Partnern gemeinsam ausgearbeitet worden. Eine speziell eingerichtete Arbeitsgruppe des Conseil du numérique en santé (CNS, Rat für digitale Gesundheit) mit dem thematischen Schwerpunkt „wirtschaftliche Entwicklung der digitalen Gesundheit/Strukturierung des Sektors“ leistete ebenfalls Zuarbeit für die Erstellung der Strategie. Jede der Strategien beinhaltet zudem konkrete Zielsetzungen.

Die Beschleunigungsstrategie für CO₂-freien Wasserstoff hat beispielsweise Ziele für das Jahr 2030 gesetzt, darunter die Einrichtung einer CO₂-freien Wasserstoffproduktionskapazität von 6,5 GW im Wege der Elektrolyse, die Einsparung von mehr als 6 Mt CO₂ und die direkte und indirekte Schaffung von 50 000 bis 150 000 Arbeitsplätzen in Frankreich. Jede Strategie verfügt über eine eigene Governance-Struktur, einschließlich eines eigens einberufenen interministeriellen Koordinators, der an den Innovationsrat berichtet. Aufgabe des Koordinators ist es, die interministerielle Koordination zu leiten und sämtliche umgesetzten Aktionen zu überwachen. Die Beschleunigungsstrategie für CO₂-freien Wasserstoff verfügt über ein Budget von 3,4 Mrd. EUR für den Zeitraum 2020–2023, weitere 7 Mrd. EUR sind bis 2030 vorgesehen. Die Strategie deckt sämtliche Aspekte einer neu zu errichtenden Wasserstoff-Wertschöpfungskette von der Forschung über die Produktion und den Bau von Leitungsanlagen bis hin zur Erschließung von Märkten ab. Die Beschleunigungsstrategie verfolgt darüber hinaus das Ziel, Schlüsseltechnologien und -komponenten mithilfe von Pilotprojekten für verschiedene Nutzungsformen und Märkte zu entwickeln.

Andere Länder haben stärker integrierte und enger fokussierte missionsorientierte Programme auf einer niedrigeren Ebene ihres Innovationssystems angesetzt, zumeist unter der Leitung einer oder mehrerer Behörden. In Norwegen haben drei Behörden gemeinsam die Initiative „Pilot-E“ als einheitliche Anlaufstelle ins Leben gerufen, die eine lückenlose Unterstützung von der Ideenfindung bis zur Marktreife für

eine Reihe von klimaemissionsfreien und energiesparenden Lösungen bietet. Innerhalb dieses behördenübergreifenden Vorhabens mobilisieren die drei beteiligten Stellen ihr jeweiliges Instrumentarium, um gemeinsam ausgewählte Projekte dabei zu unterstützen, kollektiv festgelegte Ziele zu erreichen und damit sowohl die notwendige Energiewende zu vollziehen als auch neue Geschäftsfelder zu erschließen.

Eine weitere Variante der missionsorientierten Politik, die insbesondere in den skandinavischen Ländern weit verbreitet ist, beruht im Wesentlichen auf Ökosystemen. Mit diesen Initiativen sollen nationale oder regionale Innovations-Ökosysteme geschaffen und strukturiert werden (die öffentliche und private Beteiligte aus verschiedenen Forschungs- und Wirtschaftsgruppen zusammenbringen), wobei eine gemeinsame Herausforderung im Mittelpunkt steht. Dieses Modell besteht im Allgemeinen aus zwei Phasen: 1. einer Ausschreibung zur Vorlage von Fahrplänen, für deren Erstellung die öffentlichen Stellen Anreize setzen und die aus (bereits bestehenden oder noch im Entstehen begriffenen) Ökosystemen hervorgehen, um gesellschaftliche und wirtschaftliche Herausforderungen zu bewältigen, und 2. der Auswahl, technischen Bearbeitung (beispielsweise durch Fusionen, Neuausrichtungen) und Unterstützung bei der Umsetzung der Fahrpläne, wobei das zugrundeliegende Ökosystem die Koordinierung einzelner Vorgänge übernimmt. Dies ist der Fall bei dem von der schwedischen Innovationsagentur Vinnova geleiteten Strategischen Innovationsprogramm (SIP), bei den finnischen Wachstumsmotoren und den so genannten „Grünen Missionen“ in Dänemark. Dieser Ansatz bietet Raum für eine gezieltere Ausrichtung und stärkere Legitimität, indem Zuständigkeiten in Verbindung mit der strategischen Orientierung und Koordination an einschlägige Interessengruppen (Ökosysteme) in prioritären oder neu entstehenden Bereichen delegiert werden.

6.1. Regulatorischer Rahmen für Innovationen und Zugang zu Innovationsmaßnahmen: Informations- und Förderprogramme

Mit dem regulatorischen Rahmen für die Wirtschaft sind die rechtlichen Bedingungen für den Geschäftsbetrieb eines Unternehmens gemeint; er betrifft sämtliche Aspekte des Geschäftszyklus einschließlich der Gründung und Auflösung von Firmen, der Finanzierung und des Warenexports. Der regulatorische Rahmen steht in mehrfacher Hinsicht in einer Wechselwirkung mit dem Innovationssystem:

- Er sorgt für die nötige Rechtssicherheit, die es den (einheimischen und internationalen) Unternehmen gestattet, Entscheidungen über innovationsbezogene Investitionen zu treffen.
- Er erhöht die Kosten von Innovationen, angefangen bei den mit der Gründung eines innovativen Unternehmens verbundenen Aufwendungen bis hin zum Genehmigungsverfahren für den Vertrieb eines neuen Produkts.
- Schließlich kann ein regulatorischer Rahmen – dies ist relevant für Innovationen in neu entstehenden Technologiefeldern – für klare Vorgaben oder auch für Unklarheit bei den Innovationsträgern sorgen, die an Produkten und Dienstleistungen im technologischen Grenzbereich arbeiten.

Diese Aspekte des regulatorischen Rahmens für Unternehmen ereignen sich in einem dynamischen Umfeld, das mit anderen Volkswirtschaften und Rechtssystemen weltweit interagiert, insbesondere in der Europäischen Union. Folglich beeinflusst die „Geschäftsfreundlichkeit“ auch, in welchem Land internationale Innovationstätigkeit stattfindet.

Eine wesentliche Herausforderung für politische Entscheidungsträger und Regulierungsbehörden ist die Frage, wie Regierungs- und Verwaltungsstrukturen und Rechtsvorschriften zu gestalten sind, damit sie unbeabsichtigte und noch nicht bekannte negative Folgen wissenschaftlicher und technischer Entwicklungen verhindern oder entschärfen und dabei Innovation nicht im Keim ersticken, sondern die aus den Fortschritten erwachsenden Chancen nutzen. Gesetze und Verordnungen gestatten es den Regierungen

überdies, die Entwicklung von Innovationen zu beeinflussen und zum Nutzen der Gesellschaft einzusetzen sowie Risiken zu minimieren.

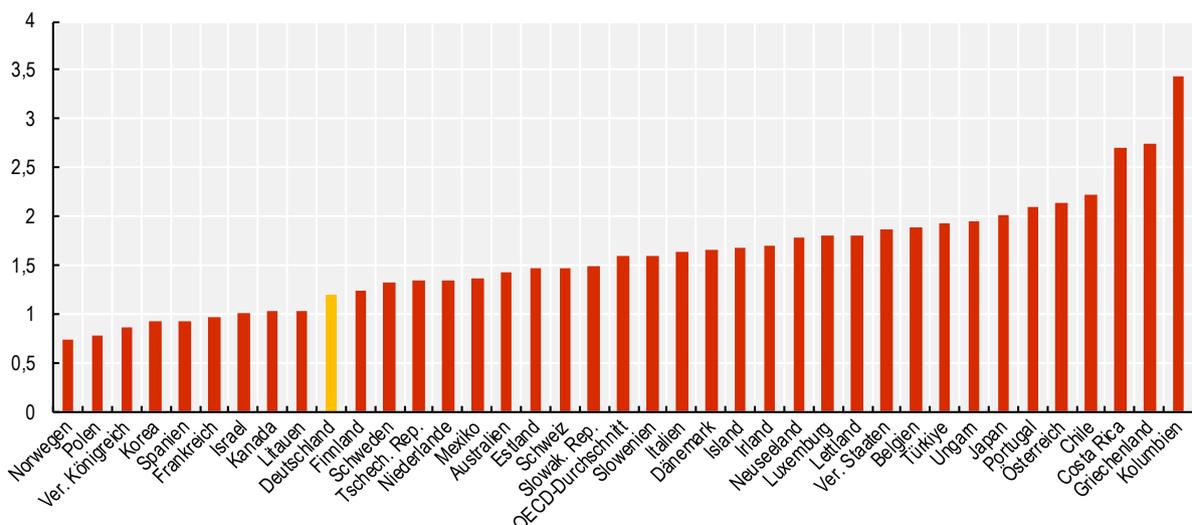
Zusätzlich zum allgemeinen regulatorischen Rahmen spielen für die deutsche Innovationstätigkeit auch mehrere Schlüsselfragen eine wichtige Rolle, die sich den politischen Entscheidungsträgern insbesondere im Kontext der digitalen und ökologischen Transformation stellen. Was lässt sich tun, um administrative Rahmenbedingungen zu verbessern sowie den Zugang zu Informationen und Förderprogrammen für Akteure innerhalb des WTI-Umfelds zu erleichtern, insbesondere für den Mittelstand und für Start-up-Unternehmen? Wie können politische Entscheidungsträger Innovationen vorantreiben und zugleich den Bedarf an Agilität und Flexibilität bei der Regulierung von Innovationen mit dem Bedürfnis der Stabilität und Vorhersehbarkeit vereinbaren?

6.1.1. Das Regelungsumfeld für Unternehmen in Deutschland ist allgemein tragfähig, eine Reihe von Problemen belastet jedoch die Innovationskapazitäten

Die Qualität des Regulierungsrahmens für die Unternehmenstätigkeit in Deutschland ist im Allgemeinen hoch, während die administrativen Hürden für unternehmerisches Handeln niedrig sind (Abbildung 6.1). Jüngste Reformen wie beispielsweise die Einführung einer „One-in-one-out“-Regel zur Begrenzung des Erfüllungsaufwands – der zufolge Regierungsbehörden für jede neu eingeführte Rechtsvorschrift binnen eines Jahres eine alte Vorschrift abschaffen müssen – haben dazu beigetragen, das Regelungsumfeld für die Wirtschaft zu vereinfachen (Trnka und Thuerer, 2019^[4]). Die dritte Fassung des Bürokratieentlastungsgesetzes, im Jahr 2015 als Teil des Programms „Bürokratieabbau und bessere Rechtsetzung“ eingeführt, hat den Erfüllungsaufwand für Unternehmen weiter verringert und Schätzungen zufolge Einsparungen in Höhe von 1,1 Mrd. EUR zugunsten des Privatsektors bewirkt.

Abbildung 6.1. OECD-Produktmarktregulierung: Vereinfachung und Evaluierung von Regelungen (2018)

Deutschland ist unter den Bestplatzierten innerhalb der OECD in punkto Vereinfachung des Regulierungsrahmens für die Unternehmenstätigkeit



Anmerkung: Der Indikator bewegt sich auf einer Spanne von 0 (geringste Belastung) bis 6 (höchste Belastung) und wurde entsprechend den Antworten auf einen ausführlichen, dem jeweiligen Land übermittelten Fragebogen festgestellt.

Quelle: OECD (o. J.^[5]), *OECD Product Market Regulation Statistics* (Datenbank), <http://dx.doi.org/10.1787/data-00593-en>, (Abruf: 24. Mai 2022).

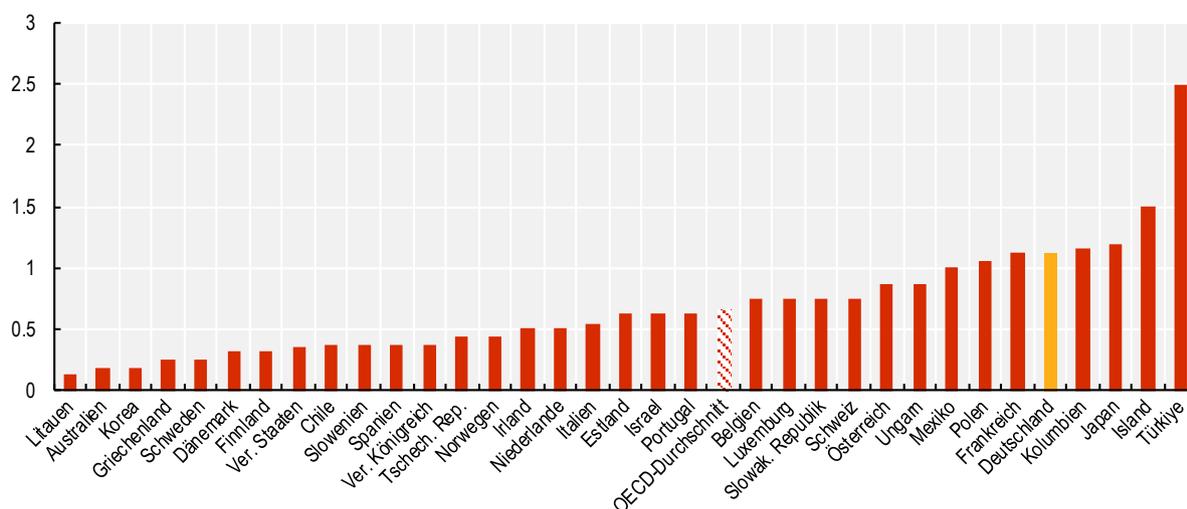
Es bestehen jedoch weiterhin Verbesserungsmöglichkeiten: Die Gründung und Auflösung eines Unternehmens ist in Deutschland schwieriger als in anderen OECD-Ländern, bedingt durch langwierige und kostspielige Verwaltungsverfahren, von denen einige nur teilweise digitalisiert sind. Der Verwaltungsaufwand für Start-ups verharnt weit über dem OECD-Durchschnitt (Abbildung 6.2). Die Unternehmensgründung in Deutschland beispielsweise setzt voraus, dass Unternehmer*innen zu vereinbarten Terminen bei diversen Verwaltungsbehörden erscheinen, wobei die damit einhergehenden Formalitäten oft vollständig analog ablaufen. Diese mangelnde Digitalisierung und Konsolidierung unterscheidet sich markant von etlichen OECD-Ländern, in denen digitale „zentrale Anlaufstellen“ für Unternehmensgründer eingerichtet wurden.

Zwar sind umfangreiche Informationen über Deutschlands zahlreiche Innovations-Förderinstrumente auf den einzelnen Programmwebseiten beziehungsweise institutionellen Internetauftritten abrufbar, die am besten geeignete Förderung zu ermitteln stellt jedoch insbesondere für kleinere Firmen und Start-ups eine Bewährungsprobe dar. Antragsverfahren gestalten sich zudem recht komplex, insbesondere in solchen Fällen, in denen der Umfang der erforderlichen Unterlagen von Programm zu Programm stark variiert. In einer 2021 während der Covid-19-Pandemie vom BMWK durchgeführten Umfrage stimmten 89 % der befragten KMU zu, dass Antragsverfahren für Innovations-Fördermaßnahmen sowohl verschlankt als auch beschleunigt werden sollten (BMW, 2021^[6]).

Ein Vorgang, der dazu beitragen könnte, den Verwaltungsaufwand und die Kosten für Unternehmen zu reduzieren, wäre eine weiter voranschreitende Digitalisierung des öffentlichen Dienstleistungsangebots. Den Ergebnissen des Digital Government Index der OECD zufolge schneidet Deutschland in der Wertung des datengesteuerten öffentlichen Sektors unter allen OECD-Ländern am schlechtesten ab. Ein besserer Datenaustausch innerhalb des öffentlichen Dienstleistungsangebots könnte die Belastung von Firmen bei der Inanspruchnahme öffentlicher Dienstleistungen erheblich reduzieren, da der Aufwand, dieselben Angaben mehrfach bei verschiedenen Behörden einzureichen, stark zurückgehen würde (OECD, 2021^[7]). Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist das im Jahr 2017 in Kraft getretene Onlinezugangsgesetz, das es Behörden auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene zur Pflicht macht, eine Reihe von Verwaltungsleistungen bis spätestens 2022 digital bereitzustellen.

Abbildung 6.2. Verwaltungsaufwand für Gesellschaften mit beschränkter Haftung und Personengesellschaften

Länder in aufsteigender Reihenfolge von hoher (0) bis geringer (6) Wettbewerbsfreundlichkeit



Anmerkung: Im Fall föderal organisierter Länder, in denen die Gliedstaaten über gesetzgeberische Kompetenzen verfügen, beziehen sich die Werte auf die Situation in einem einzigen als repräsentativ betrachteten (nachfolgend aufgeführten) Gliedstaat.

Quelle: OECD (o. J.^[5]), *OECD Product Market Regulation Statistics* (Datenbank), <http://dx.doi.org/10.1787/data-00593-en>, (Abruf: 24. Mai 2022).

Erkenntnisse darüber, an welchen Stellen Regulationsanforderungen für Unternehmen gelockert werden können, ohne die Sicherheit von Verbraucher*innen zu gefährden, werden ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Die im Zeitraum zwischen 2011 und 2019 eingeführten 323 Neuregelungen – häufig mit Bezug zur Informationstechnologie (IT) – haben zu einem einmaligen Erfüllungsaufwand von mehr als 12 Mrd. EUR auf Seiten der Unternehmen geführt; nur 51 dieser Regelungen führten zu einer Senkung laufender Kosten für die Wirtschaft (NKR, 2019^[8]).

6.1.2. Antizipation von und Vorbereitung auf Änderungen im Zuge der ökologischen und digitalen Transformation: Neue Handlungsansätze für regulatorische Flexibilität

Die ökologische und die digitale Transformation erfordern disruptive Veränderungen und Produkte, müssen aber zugleich die erforderliche Sicherheit für die Verbraucher*innen gewährleisten. Das Regelungsumfeld für Innovationsträger muss flexibel und zukunftstauglich sein, um mit den rasanten technologischen Entwicklungsschüben Schritt halten zu können. Im Kontext der Digitalisierung und der neu aufkommenden Technologien übertrifft die hohe Frequenz von Änderungen häufig die Reaktionsschnelligkeit der Regulierungsbehörden, während neue Technologien und deren Anwendung – insbesondere dort, wo sich die Grenzen zwischen zuvor getrennten Technologiebereichen und Branchen zusehends auflösen – zu einem Maß an Unsicherheit führen, das sich nur schwer in Gesetzen und Rechtsvorschriften kodifizieren lässt. Einiger Beliebtheit erfreuen sich Reallabore, die einen gewissen Grad an rechtlicher und regulatorischer Flexibilität in bestimmten Technologiefeldern oder Branchen gestatten, um Innovationen zu entwickeln und zu kommerzialisieren. Solche Initiativen können auf nationaler, Landes- oder kommunaler Ebene organisiert und auf Missionen oder Zielsetzungen ausgerichtet werden. Ein Schlüsselkonzept des Einsatzes von Reallaboren in Deutschland sind die Experimentierklauseln. Dabei handelt es sich um rechtliche Bestimmungen, die es den ausführenden Behörden ermöglichen, bei der Anwendung von Regelungen im Einzelfall Ermessensentscheidungen zu treffen. Die Klauseln haben im Allgemeinen zwei voneinander zu trennende Zielsetzungen: einerseits sollen sie das Erproben von Innovationen erlauben, deren Anwendung nach den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen nicht zulässig wäre; andererseits sollen sie Regulierungsbehörden und dem Gesetzgeber die Möglichkeit eröffnen, im Frühstadium Kenntnis von neuen Technologien zu erlangen und die rechtlichen Rahmenbedingungen entsprechend anzupassen. Das BMWK ist seit dem Jahr 2018 mit der Umsetzung einer ressortübergreifenden Reallabor-Strategie befasst, um die rechtlichen Bedingungen für Reallabore zu lockern. Es hat unlängst einen Entwurf für ein Reallabor-Gesetz vorgelegt, dem zufolge bestimmte Standards für Experimentierklauseln festgeschrieben und bereits bestehende Standards überprüft werden sollen. Begleitend zu diesem Gesetzesvorhaben soll eine „zentrale Anlaufstelle“ für Reallabore zur Prüfung von Experimentierklauseln geschaffen werden.

Das BMWK und die Bundesregierung in ihrer Gesamtheit zeigen sich offen für den Einsatz flexibler und vorausschauender Regulierung zur Förderung von Innovationen. Wie auch in anderen Bereichen innovativer Politikgestaltung besteht die Herausforderung darin, diese Ansätze als regierungspolitische Querschnittsaufgabe zu begreifen, deren ganzheitlichere und strategische Nutzung zu fördern und sicherzustellen, dass Beamte und Träger öffentlicher Ämter sowie deren Pendanten im Privatsektor sich der ihnen zur Verfügung stehenden Chancen bewusst sind und motiviert werden, die entsprechenden Instrumente zu nutzen. Die Bundesregierung hat in diesen Bereichen bereits Boden gutgemacht. Schon 2015 legte sie erstmals branchen- und technologiespezifische Programme wie beispielsweise das Digitale Testfeld Autobahn für autonomes Fahren auf. So beeindruckend diese Programme für sich genommen sind, fehlt es den diversen Initiativen doch an einer Vernetzung, was das Potenzial solcher Inselprojekte für regulatorische Flexibilität schmälert, zu umfassenderen – und strategischen – Regierungsambitionen beizutragen.

Für innovative Unternehmen, insbesondere für solche mit einem Profil im Bereich fortgeschrittene Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und Daten, spielt die Regulierung betreffend den Einsatz von KI eine wichtige Rolle. In Deutschland ebenso wie in anderen Rechtssystemen bereiten die begrenzte Eignung bestehender Rechtsvorschriften und Standards sowie die Komplexität der mit KI und

maschinellern Lernen einhergehenden Abläufe Probleme. Ein einschlägiges Beispiel ist der Begriff der „Erklärbarkeit“ innerhalb von KI-Abläufen – d. h. die Fähigkeit, darzustellen und zu erklären, wie ein KI-Ablauf zu einer Entscheidung gelangt –, die für Regulierungsbehörden auf nationaler wie auch auf EU-Ebene nach wie vor gegeben sein muss. Dass Regulierungsbehörden auf Erklärbarkeit bestehen, ist nachvollziehbar – insbesondere im Kontext sensibler Anwendungen, beispielsweise in der Medizin. Allerdings ist es zunehmend schwierig, wenn nicht gar unmöglich, die Prozesse nachzuvollziehen, die in den neuronalen Netzwerken fortgeschrittener KI-Varianten zu Entscheidungen und Ergebnissen führen.

Der Umgang mit diesem Spannungsfeld innerhalb eines Regulierungsrahmens wird mit großer Wahrscheinlichkeit für politische Entscheidungsträger immer wichtiger werden. Erfolgreiche Ansätze sind dabei entscheidend, um sicherzustellen, dass Deutschland und die Europäische Union sich in der Zukunft zu begehrten Standorten für KI-gestützte Innovation entwickeln. Zu diesem Zweck hat insbesondere die Europäische Union eine Reihe von Dokumenten zu Fragen der Regulierung von KI ausgearbeitet, so beispielsweise das 2020 erschienene *Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz* und der vom Gemeinsamen Forschungsbeirat herausgegebene *Technische Bericht zur Robustheit und Erklärbarkeit von Künstlicher Intelligenz* (Hamon, Junklewitz und Sanchez, 2020^[9]; Europäische Kommission, 2020^[10]). Auf nationaler Ebene hat Deutschland Fragen wie diejenige der Erklärbarkeit von KI mithilfe von Standardisierungseinrichtungen wie dem Deutschen Institut für Normung (DIN) untersucht, das im Jahr 2020 den *Deutschen Standardisierungsfahrplan für Künstliche Intelligenz* veröffentlichte (Wahlster und Winterhalter, 2020^[11]). So sehr diese Bemühungen von zukunftsorientierter Reflexion über die Möglichkeiten zeugen, wie KI mit dem Innovationssystem interagieren sollte und könnte, stellen sie doch den Versuch dar, die Grenzen einer Technologie vorab in Gesetzesform zu gießen, die sich noch in einem Frühstadium ihrer Entwicklung befindet.

6.1.3. Datenregulierung

Daten sind ein weiterer Regelungsbereich in Deutschland mit Auswirkungen insbesondere auf die Innovationstätigkeit. Das Verhältnis von Datenregulierung und Innovationssystem ist komplex und facettenreich, und die OECD-Empfehlung „Enhancing Access to and Sharing of Data“ (Erweiterter Zugang zu und Austausch von Daten) aus dem Jahr 2021 unterstreicht die Bedeutung dieses Themas für die internationale politische Agenda (OECD, 2021^[12]; OECD, 2015^[13]; Guellec und Paunov, 2018^[14]). Eine Reihe von regulatorischen Hürden bei der Erhebung und Nutzung von Daten beeinträchtigt die Möglichkeiten deutscher Unternehmen, die sich mit der Industrie 4.0 eröffnenden Chancen voll auszuschöpfen, wie auch die Möglichkeiten der deutschen Wirtschaft, datengesteuerte Firmen im Dienstleistungssektor zu fördern und aufzubauen. Hinzu kommt natürlich auch eine internationale Dimension: Datenregulierung und Datenkonformität können Marktchancen eröffnen, errichten jedoch auch rechtliche Barrieren, die einige Unternehmen davon abhalten, sich in diesem Bereich an Innovationen zu wagen (Casalini, López-González und Nemoto, 2021^[15]).

Datenschutzregelungen auf nationaler und EU-Ebene begrenzen die Nutzung personenbezogener Daten. Innerhalb Deutschlands wird die Einhaltung von Datenschutzvorschriften durch regulatorische Fragmentierung erschwert, da das Land über 18 eigenständige regionale Datenschutzbehörden verfügt. Unlängst ergab eine repräsentative Befragung der Bitkom (des Branchenverbands der deutschen Digitalwirtschaft) von 502 Firmen, dass die Einhaltung deutscher Datenschutzregelungen nach wie vor zu erheblichen Mehrkosten auf Seiten der Unternehmen führt und dass die Unterstützung durch Regulierungsbehörden qualitativ unzureichend sei (Bitkom, 2021^[16]). Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) wurde 2018 von der Europäischen Kommission eingeführt, um die Datenschutzvorschriften auf dem gesamten europäischen Markt für sämtliche auf dem EU-Markt tätigen Firmen zu harmonisieren. Die Befragten der Bitkom-Erhebung gaben an, dass seit Einführung der DSGVO der Erfüllungsaufwand gestiegen sei. Doch gibt es auch Belege dafür, dass die DSGVO mithilfe des stärker harmonisierten Regulierungsrahmens Chancen für Innovationen geschaffen und zugleich die Regelkonformität von Unternehmen vereinfacht hat (Martin et al., 2019^[17]). Überdies hat das Regelwerk Datenschutz zu einem zentralen Anliegen gemacht

und damit einem wesentlichen Element zur Stärkung des Verbrauchervertrauens gegenüber datenbasierten Geschäftsmodellen Gewicht gegeben.

6.2. Innovationsfördernde Breitband- und Dateninfrastruktur

Verlässliche Infrastruktur – einschließlich höherwertiger Breitband- oder Mobilfunknetze ergänzend zu den herkömmlichen Bereichen der „harten Infrastruktur“ – ist eine Voraussetzung für Innovationen und deren Anwendung in der Arbeitswelt. Nicht weniger wichtig sind jedoch innovative Ansätze beim Infrastrukturausbau selbst, insbesondere wenn man die Rolle der öffentlichen Infrastruktur für die Klimaresilienz oder die Bedeutung des infrastrukturellen Rahmens zur Unterstützung der industriellen Dekarbonisierung (wie in Kapitel 11 erörtert) berücksichtigt.

Daten sind eine zunehmend wichtigere Vorleistung für Innovationstätigkeit und spielen angesichts dreier Schlüsselfunktionen eine entscheidende Rolle:

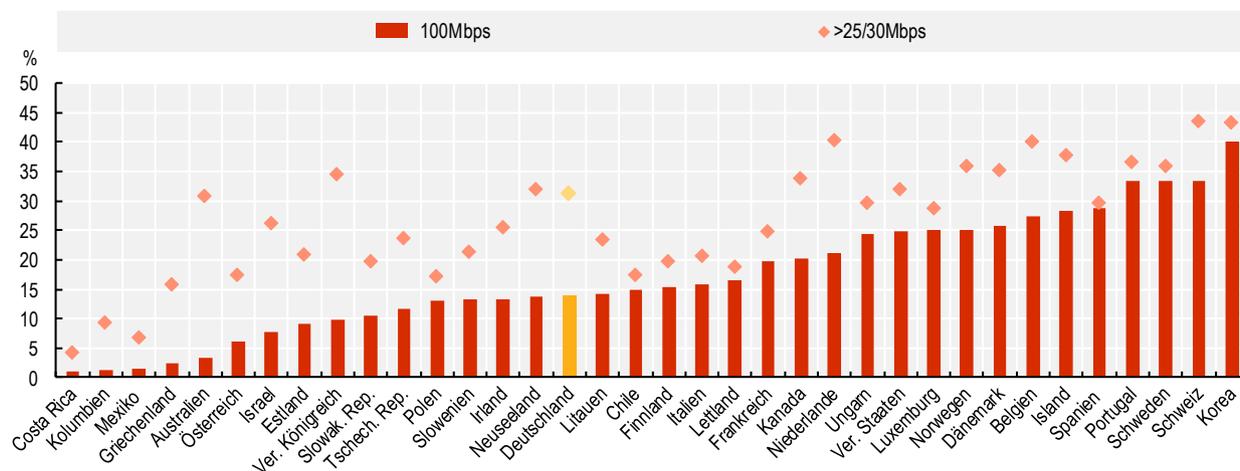
- Erstens können Unternehmen anhand von Daten aus Produktion, Logistik und Forschung Innovationen an Wertschöpfungsketten vornehmen und die Effizienz beim Energieverbrauch und anderen Leistungen verbessern. Umgekehrt führt die Digitalisierung dieser Prozesse dazu, dass weitere Daten generiert werden, die ihrerseits als Grundlage für Innovationen dienen.
- Zweitens können Geschäftsdaten zur Entscheidungsfindung in den Bereichen intelligente Netztechnologie und Dekarbonisierung beitragen. Durch Geschäftsvorgänge erzeugte Daten sind daher ganz wesentlich für die ökologische Transformation.
- Drittens wird die Digitalisierung des öffentlichen Sektors es den politischen Entscheidungsträgern ermöglichen, wirkungsvollere Instrumente zur Gestaltung politischer Interventionen, zur Entwicklung von Szenarien und für die Zwecke der vorausschauenden Analyse zu nutzen sowie das für innovative Unternehmen relevante öffentliche Dienstleistungsangebot sprunghaft auszuweiten.

Dieser Abschnitt befasst sich mit dem Stand der digitalen Konnektivität, von der es abhängt, inwieweit Daten das Innovationssystem und die Transformationsziele Deutschlands fördern können.

Im jüngsten Prüfbericht der OECD zur Wirtschaftslage in Deutschland wurden die infrastrukturellen Herausforderungen skizziert, denen sich Deutschland bei der Erweiterung der Verfügbarkeit hochwertiger Breitbandzugänge gegenüber sieht; diese Defizite belasteten Deutschland während der Covid-19-Pandemie (OECD, 2020_[18]). Ein vergleichsweise geringes Niveau digitaler Konnektivität, insbesondere bei schnellen Breitband-Festnetzanschlüssen (Abbildung 6.3), vermindert das wirtschaftliche und innovative Potenzial der Digitalisierung. Bestehende Ungleichheiten können dadurch noch vertieft werden – so etwa in Deutschland, das durch ein signifikantes Stadt-Land-Gefälle im Bereich der Konnektivität gekennzeichnet ist. Im Jahr 2019 verfügten 94 % der Haushalte in großen Städten über einen Zugang zum Breitband-Festnetz mit Download-Geschwindigkeiten von mehr als 100 Megabits pro Sekunde (Mbit/s), gegenüber nur 53 % der Haushalte in den ländlichen Kommunen (OECD, 2020_[18]). Begrenzt verfügbare Breitband-Hochgeschwindigkeitstechnik kann die Nutzung von IKT-Instrumenten – von einfacheren Abläufen wie der unternehmensinternen Ressourcenplanung und dem Kundenbeziehungsmanagement bis hin zu komplexeren Anwendungen wie Big-Data-Analysen, sozialen Medien und Cloud-Computing – beeinträchtigen (OECD, 2021_[19]). Diese angebotsseitige Problematik kann sich auch auf der Nachfrage-seite bei neuen, technologieintensiven Dienstleistungen mit großem Datenvolumen auswirken, da Konnektivitätsbarrieren die Fähigkeit von Haushalten und Unternehmen hemmen, diese Dienstleistungen zu nutzen. Dies ist vielleicht mit ein Grund für die weiterhin geringe Akzeptanz von datenlastigen und fortgeschrittenen IKT-Instrumenten bei den Unternehmen, wie oben erörtert.

Abbildung 6.3. Deutschland weist einen geringen Anteil von Internetzugängen im Hochgeschwindigkeitsbereich auf (2020)

Breitband-Festnetzverträge mit einer vertraglich vereinbarten Geschwindigkeit von mehr als 25/30 Mbit/s und 100 Mbit/s, Juni 2021

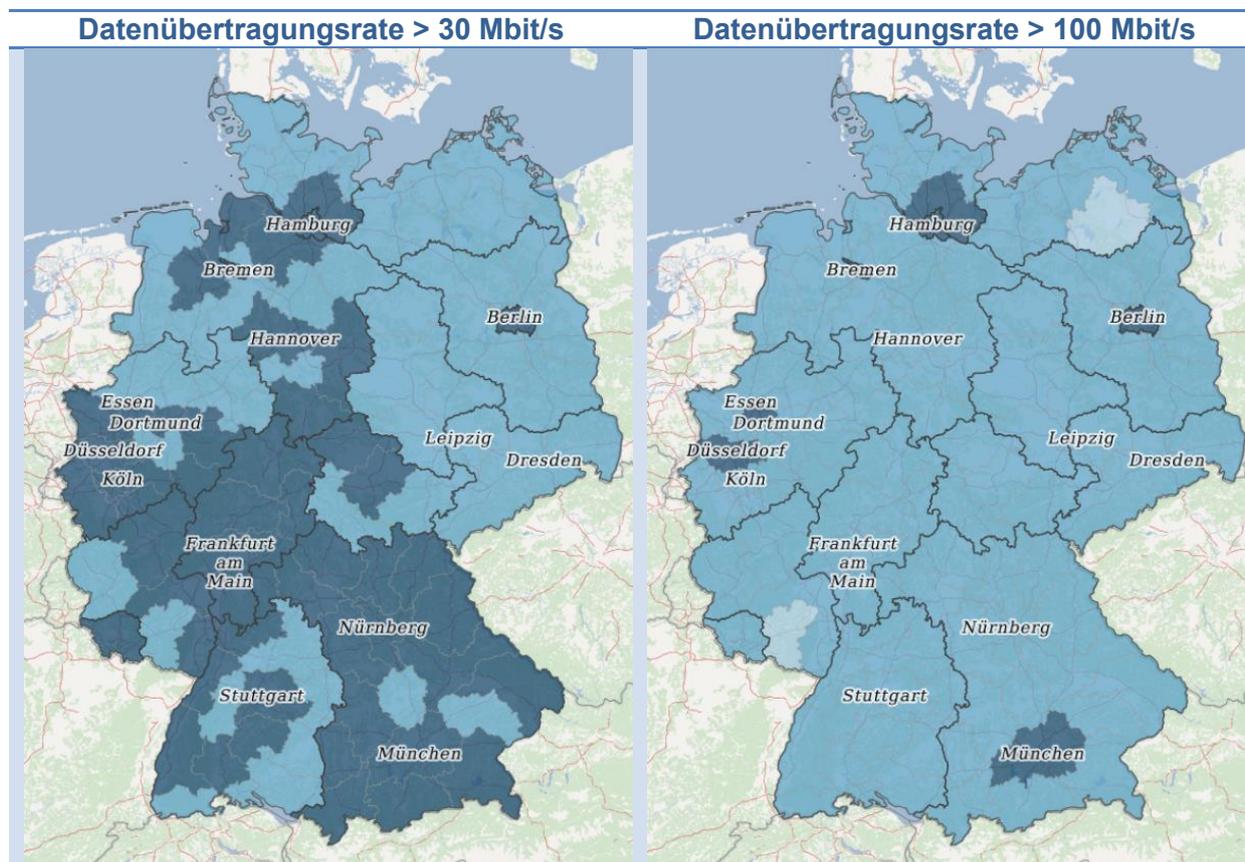


Anmerkung: Dänemark: Die Daten entsprechen vorläufigen Schätzungen der OECD, Schweiz: vorläufige Daten; basierend auf den Geschwindigkeiten für 2020.

Quelle: OECD (o. J.^[20]), *Broadband Portal*, <https://www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm>.

Im Jahr 2020 kam Deutschland auf 44 Breitband-Festnetzverträge je 100 Einwohner und lag damit über dem OECD-Durchschnitt von 33. Allerdings ist die Anzahl der Verträge im Hochgeschwindigkeitssegment – Grundvoraussetzung für die Nutzung von zentralen IKT-Tools wie Cloud-Computing und Datenverarbeitung – gering. Die überwiegende Mehrzahl der Breitband-Festnetzverträge entfällt auf Digital Subscriber Line (DSL)-Technologie, ein Anzeichen für den geringen Anteil der Hochgeschwindigkeitsanschlüsse, wie in Abbildung 6.3 zu erkennen; der Anteil der Glasfaserverbindungen liegt mit 4,1 % weit unter dem OECD-Durchschnitt von 28 %. Der Zugang zum Breitband-Hochgeschwindigkeitsnetz hängt zudem stark von der Region ab (Abbildung 6.4), was u. U. zu einer digitalen Spaltung zwischen KMU und sonstigen Unternehmern führen beziehungsweise bestehende Ungleichheiten noch verschärfen könnte. Die regionale Abhängigkeit der Konnektivität unterstreicht, wie wichtig es ist, dass kommunale Behörden Fördermittel des Bundes verlässlich auszahlen können, um ihre digitale Infrastruktur auszubauen – ein Ziel, das bisweilen stärker durch administrative Hürden behindert wird als durch die Verfügbarkeit von Investitionsmitteln (OECD, 2020^[18]). Angesichts des Umstands, dass die DSL-Technologie, die in vielen ländlichen Räumen nach wie vor am weitesten verbreitet ist, für analoge Sprachdienste im Niedriggeschwindigkeitssegment ausgelegt war, sind diese Verbindungen durch ihre systembedingt asymmetrische Auslegung beeinträchtigt und weitgehend ungeeignet für viele moderne IKT- und datenintensive Anwendungen. Die Nachfrage nach besseren Services ist nachweislich vorhanden und die Unternehmen in Deutschland würden mit großer Wahrscheinlichkeit von höherwertiger Konnektivität profitieren. Zu erwarten wären nicht nur Produktivitätsgewinne, sondern auch neue Innovationstätigkeiten, die bisher unmöglich waren.

Abbildung 6.4. Zugang zum schnellen Breitband-Festnetz ist von der geografischen Lage abhängig



Anmerkung: Hellblau – 10–50 % der Haushalte, mittelblau 50–75 %, dunkelblau 75–95 %.

Quelle: MIG (o. J.^[21]), „Breitbandatlas“, <https://netzda-mig.de/breitbandatlas/interaktive-karte> (Abruf: 1. April 2022).

Eine tragende Säule der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft ist der Ausbau des 5G-Netzes im Land. Fortschritte wurden in diesem Bereich bereits erzielt (obwohl bislang auf internationaler Ebene kein hinreichender Konsens besteht, anhand welcher Richtwerte die 5G-Einführung zu bewerten ist); so meldete die Bundesnetzagentur im Dezember 2021, dass 53 % der Landesfläche – rd. 80 % der Bevölkerung – nun von mindestens einem 5G-Netzanbieter abgedeckt seien (BNetzA, 2021^[22]). Die Ausweitung des 5G-Netzes ist eine wichtige Rahmenbedingung für das Programm Industrie 4.0 des BMWK, das Produktivität und Effizienz erhöhen soll, indem es den Privatsektor bei der Einbettung digitaler und fortgeschrittener Technologien in die Produktionsprozesse unterstützt. Die Autor*innen einer Studie des deutschen Anbieters von Marktinformationen International Data Corporation (IDC) ermittelten, dass 59 % der befragten 254 Unternehmen aus 5 Wirtschaftssektoren Industrieanwendungen des Internets der Dinge planen und sich beim Einsatz dieser zentralen Komponente von Industrie 4.0 auf 5G-Technologie stützen wollen (IDC, 2020^[23]). Wichtig ist dabei, dass sich auch Glasfaser-Internet und WLAN für das Internet der Dinge eignen.

Das Beispiel 5G und seine Bedeutung für die Digitalisierung des Privatsektors zeigen, wie wichtig es ist, in die grundlegenden Rahmenbedingungen solcher Transformationen zu investieren. Neben der allgemeinen Konnektivitätsinfrastruktur gehören dazu auch die davon abhängigen Services wie beispielsweise Cloud-Computing und Dateninfrastrukturen. Cloud-basierte Computerdienste und Datenspeicherung sind

für Anwendungen des Internets der Dinge wie beispielsweise die Analysen zur vorausschauenden Instandhaltung von Bedeutung, doch liegen deutsche Unternehmen bei der Einführung solcher Anwendungen signifikant hinter den leistungsfähigsten OECD-Ländern, wie in Kapitel 10 dieses Berichts ausgeführt.

6.3. Arbeitsmarktbedingungen

6.3.1. Arbeitsrechtliche Bestimmungen und Arbeitsmarkt

Arbeitsmärkte interagieren mit Innovationsbestrebungen dergestalt, dass sie Unternehmen ermöglichen, Arbeitskräfte mit den für Innovationen erforderlichen Kompetenzen zu rekrutieren und einzustellen, was wiederum zur Verbreitung neuer technologischer Kenntnisse innerhalb der Volkswirtschaft beiträgt. Deutschland weist in der historischen Betrachtung starke Leistungen in dem Bemühen auf, Arbeitsmarkteinsteiger*innen mit den erforderlichen Kompetenzen und dem Fachwissen auszustatten, um in den führenden innovativen Branchen des Landes erfolgreich zu sein. Die Herausforderung wird in den kommenden Jahren darin bestehen, angesichts des Wandels bei den nachgefragten Fertigkeiten und Kenntnissen (beispielsweise infolge einer stärkeren Ausrichtung auf digitale und IKT-Kompetenzen anstelle mechanischer Fertigkeiten) sicherzustellen, dass die Programme und Institutionen, in denen Arbeitskräfte entsprechend dem Bedarf von Unternehmen ausgebildet werden, sich an die neuen Anforderungen anpassen.

Der Beschäftigungsschutz ist generell in Deutschland stark ausgeprägt, nur in sechs anderen OECD-Ländern ist das Kündigungsschutzniveau hinsichtlich Einzel- und Massenentlassungen höher (OECD, o. J.^[24]). Qualifikationsniveaus spielen im Allgemeinen für die Einstellungs- und Entlassungsbedingungen keine Rolle (OECD, 2019^[25]). Einer Studie von Mühlemann und Pfeifer (2016^[26]) zufolge belaufen sich die Kosten für die Einstellung von qualifizierten Arbeitskräften in Deutschland im Durchschnitt auf acht Wochenlöhne und steigen mit der Unternehmensgröße. In einer Umfrage aus dem Jahr 2017 unter 12 775 Führungskräften (darunter 112 aus Deutschland) in 137 Ländern erzielte Deutschland den 18. Rang in punkto Flexibilität der Einstellungs- und Entlassungsbedingungen – rein numerisch über dem Durchschnitt, bei einem Wert von 4,66 auf einer Skala von 1 (stark durch Vorschriften behindert) bis 7 (sehr flexibel). Deutschland wurde höhere Flexibilität als Italien (3), Japan (3,5), Korea (3,54) und Frankreich (3,67) bescheinigt, ist aber stärker reguliert als das Vereinigte Königreich (4,99) und die Vereinigten Staaten (5,31) (Weltbank, 2018^[27]).

6.3.2. Arbeitsmarktentwicklung während der Covid-19-Pandemie

Der deutsche Arbeitsmarkt blieb während der Covid-19-Pandemie von März 2020 bis März 2022 vergleichsweise widerstandsfähig, bei moderaten Arbeitsplatzverlusten im Vergleich zu anderen OECD-Ländern. Zum Teil resultiert dies aus der Stärke des deutschen Kurzarbeitsmodells, bei dem die Arbeitgeber die Arbeitszeiten von Mitarbeitenden reduzieren, statt diese freizustellen. Auch andere OECD-Länder griffen im Verlauf der Covid-19-Krise massiv auf Kurzarbeit zurück. In Deutschland kam das Kurzarbeitsmodell bereits während der weltweiten Finanzkrise zum Einsatz, um Arbeitsplätze zu erhalten; damals war es jedoch im Verarbeitenden Gewerbe wesentlich weiter verbreitet, während zu Zeiten der Pandemie rd. 80 % der Anträge auf Kurzarbeit auf den Dienstleistungssektor entfielen (OECD, 2021^[19]).

Im Mai 2021 lag die saisonal bereinigte Arbeitslosenquote in Deutschland bei 3,7 %, der viertniedrigste Wert innerhalb der OECD. Dieses Niveau war nur 0,2 Prozentpunkte höher als der Wert zu Beginn der Krise und 0,4 Prozentpunkte unter dem Höchstwert während der Pandemie; der jeweilige Anstieg war signifikant geringer als in anderen OECD-Volkswirtschaften wie beispielsweise den Vereinigten Staaten und Kanada (OECD, 2021^[28]). Die Jugendarbeitslosigkeit in Deutschland ist höher (8 % im Mai 2021), doch auch damit liegt das Land innerhalb der OECD an vierter Stelle; der Wert befindet sich nur marginal über der entsprechenden Quote vor der Pandemie. Allerdings hatte die Covid-19-Pandemie, wie in

anderen OECD-Ländern auch, vielfältige Auswirkungen auf den deutschen Arbeitsmarkt, insbesondere im Hinblick auf Ausbildungschancen sowie die Verlagerung von Arbeitsmarktteilnehmern, die während der Covid-19-Krise eine Herausforderung darstellte.

Der vergleichsweise geringe Einsatz von digitalen Hilfsmitteln am Arbeitsplatz und in den Haushalten verdeutlicht, dass Deutschland auch vor Herausforderungen hinsichtlich Resilienz und Flexibilität steht. Im Zuge der Pandemie verließ sich das Land in wesentlich geringerem Maße auf Telearbeit als vergleichbare OECD-Länder. Dies galt bereits vor der Pandemie, als lediglich 10 % der Beschäftigten in Deutschland gelegentlich von zu Hause arbeiteten, im Vergleich zu 18 % in Frankreich sowie über 20 % im Vereinigten Königreich und in den Vereinigten Staaten. Während der Krise verdreifachte sich dieser Anteil in Deutschland (auf 31 %), blieb jedoch unter dem Wert in Frankreich (33 %), und ganz erheblich unterhalb der Werte im Vereinigten Königreich und in den Vereinigten Staaten (jeweils rd. 50 %) (OECD, 2021^[28]). Die Inanspruchnahme von Telearbeitsmodellen in Deutschland ist stark abhängig vom Bildungsniveau der Arbeitskräfte. Die Wahrscheinlichkeit, dass Hochschulabsolvent*innen während der Pandemie von zu Hause arbeiteten, war doppelt so hoch wie bei Mitarbeitenden mit höchstem Abschluss auf der Sekundarstufe und nahezu fünfmal höher als bei Arbeitskräften ohne einen solchen Abschluss. Arbeitnehmer*innen in den oberen 25 % der Einkommensverteilung nutzen mit mehr als 50 % höherer Wahrscheinlichkeit Telearbeit als solche in den unteren 25 %.

6.4. Kompetenzen und Fähigkeiten für Innovationen in Deutschland

6.4.1. Übersicht zum Angebot an Kompetenzen und Fähigkeiten für Innovationen

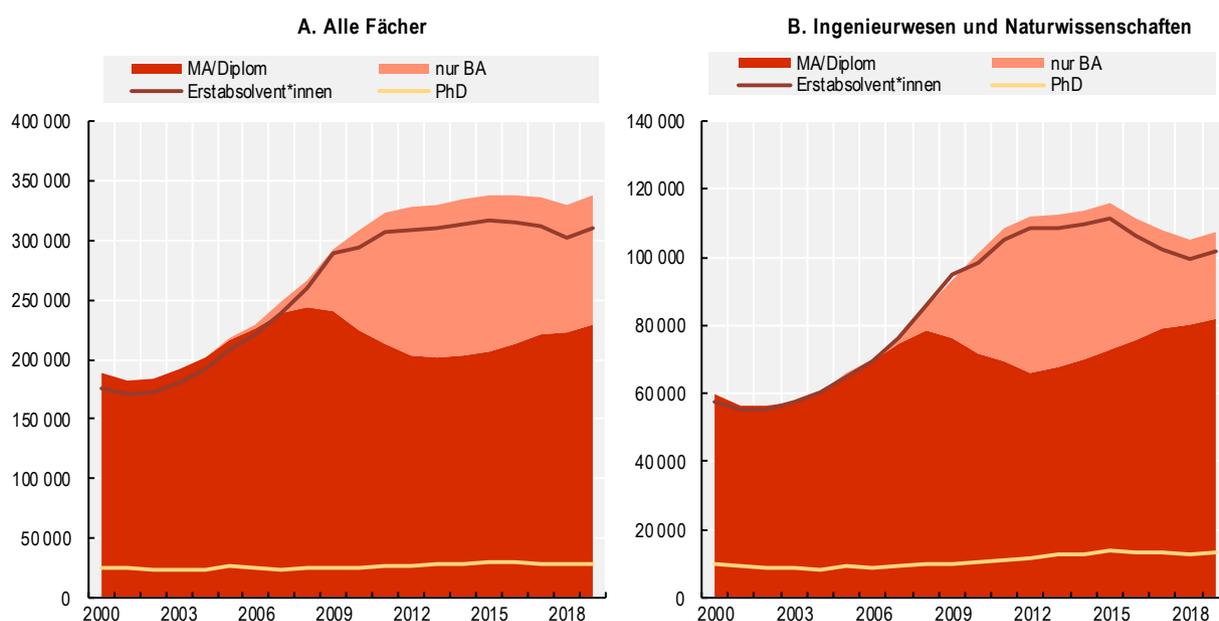
Das deutsche Innovationssystem wird durch ein gut ausgebildetes und hochqualifiziertes Arbeitskräfteangebot unterstützt; zudem verzeichnete der tertiäre Bildungsbereich innerhalb der vergangenen beiden Jahrzehnte starke Zuwächse. 32 % der jungen Erwachsenen (im Alter von 25–34 Jahren) verfügten in Deutschland im Jahr 2018 über einen Tertiärabschluss, gegenüber 24 % im Jahr 2008; der OECD-Durchschnitt liegt allerdings mit 44 % höher. Der Anteil der Hochschulabsolvent*innen in der deutschen Gesamtbevölkerung stieg von rd. 17 % zu Beginn der 2000er Jahre auf 32 % im Jahr 2019 und verzeichnet seither eine konstante Wachstumsrate (OECD, 2019^[29]).

Der Anstieg bei der Anzahl der Hochschulabsolvent*innen in Deutschland setzte im Jahr 2002 ein und beschleunigte sich nach der Umstellung der auf Diplomabschlüssen fußenden Lehrpläne hin zu einem Bachelor-/Master-System im Jahr 2009. Im Jahr 2001 hatte die Anzahl der Erstabsolvent*innen ihren tiefsten Stand erreicht (172 000), in der Folge legte sie von Jahr zu Jahr zu und erreichte im Jahr 2015 mit 317 000 einen Höchststand. Dabei hatte das neue BA/MA-System eine wachsende Zahl von BA-Absolvent*innen hervorgebracht, die sich im Anschluss nicht für ein MA-Studium einschrieben. Die Anzahl der Absolvent*innen mit Diplom- oder Master-Abschluss gipfelte im Jahr 2008 bei 244 000, sank dann bis 2013 auf 201 000, um danach erneut leicht anzusteigen (229 000 im Jahr 2019).

Eine Bestandsaufnahme anhand von Stellenausschreibungen im Privatsektor lässt erkennen, dass die meisten Unternehmen nach wie vor MA-Absolvent*innen für die Besetzung von Stellen mit Anforderungen im akademischen Bereich auswählen. Während der Bund und die Landesregierungen ursprünglich davon ausgingen, dass nur ein Bruchteil der BA-Absolvent*innen einen MA-Abschluss anstreben würde, nehmen de facto rd. 90 % der BA-Absolvent*innen der allgemeinen und technischen Hochschulen ein MA-Studium auf. Dieser Anteil fällt an den Fachhochschulen (mit rd. 40 %) merklich geringer aus (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020^[30]). Folglich sinkt der Anteil der BA-Absolvent*innen ohne MA-Abschluss an der Gesamtzahl der Graduierten, insbesondere in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (einschließlich Mathematik und Informatik), ein Umstand mit besonderer Relevanz für das Angebot hochqualifizierter Arbeitskräfte für innovative Unternehmen. Die Anzahl der Absolvent*innen mit Dokortitel stieg in diesen Bereichen ebenfalls, von 9 000 im Jahr 2006 auf mehr als 13 000 im Jahr 2015.

Graduierte in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) sind von besonderer Bedeutung für Innovationen im Unternehmensumfeld. In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat die Anzahl der Absolvent*innen mit MA- und Dokortiteln in diesen Disziplinen rascher zugenommen als die Gesamtzahl der Graduierten (Abbildung 6.5). Der Anteil der MA-Absolvent*innen in MINT-Fächern stieg von 30 % im Jahr 2005 auf 36 % im Jahr 2019. Der Zuwachs fiel bei den Absolvent*innen von Promotionsstudiengängen noch deutlicher aus, von 36 % im Jahr 2005 auf 46 % im Jahr 2019. Dem Datenmaterial der OECD Education Database zufolge liegt der Anteil der MINT-Hochschulabsolvent*innen in Deutschland höher als in fast allen Vergleichsländern mit Ausnahme Japans (OECD, 2021^[31]). Zudem steigt die Anzahl der Absolvent*innen mit MA- und Dokortiteln in MINT-Fächern rascher an als die Gesamtzahl der Graduierten. MINT-Absolvent*innen haben eine Schlüsselfunktion bei der Bewältigung neuer technologischer und gesellschaftlicher Herausforderungen sowie für den Innovationsbedarf in der Industrie.

Abbildung 6.5. Anzahl der Hochschulabsolvent*innen in Deutschland, 2000–2019



Quelle: OECD-Berechnungen auf Basis von Daten aus Destatis (o. J.^[32]).

Das Angebot an Studienabgänger*innen mit den genannten Qualifikationen ist in den vergangenen zehn Jahren recht stabil geblieben, wenn man die absoluten Zahlen betrachtet. Deutschland zählt pro Jahr rd. 16 000 Erstabsolvent*innen in IT-bezogenen Studiengängen, sowie zwischen 10 000 und 12 000 Absolvent*innen, die ihre Prüfungen in beruflichen IT-Bildungsgängen bestanden haben. Im Zeitraum zwischen den frühen 2000er Jahren und 2009 stieg die Anzahl der Erstabsolvent*innen von Hochschulstudiengängen im IT-Bereich als Reaktion auf den signifikanten Mangel an Fachkräften in den späten 1990er Jahren während des Booms der „New economy“ stark an. Das Angebot an IT-Absolvent*innen der Hochschul- und Berufsbildung wird in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter anwachsen, da die Anzahl der Lernenden im ersten Ausbildungs- beziehungsweise Studienjahr zunimmt – vermutlich infolge der gestiegenen öffentlichen Aufmerksamkeit für die Digitalisierung. Mit dem Übergang vom Diplom- zum BA/MA-System war die Anzahl der Absolvent*innen mit IT-bezogenen Diplom- oder MA-Abschlüssen signifikant gefallen, von 14 000 im Jahr 2007 auf weniger als 8 000 im Jahr 2014, insbesondere weil etliche Fachhochschulstudenten sich im Anschluss gegen einen MA-Studiengang entschieden. Die Zahl ist jedoch seither wieder angestiegen.

Deutschland erzielt in internationalen Ranglisten zudem Spitzenplätze bei den Promotionen und dem Wechsel von Forscher*innen in den Wirtschaftssektor. Rund 29 000 Graduierte schließen jährlich in Deutschland einen Promotionsstudiengang ab, mehr als die Hälfte erhält einen Doktorgrad in Naturwissenschaften, Mathematik oder Ingenieurwissenschaften. Diese Zahlen sind wesentlich höher als in den übrigen EU-Mitgliedstaaten. Insgesamt liegt der Bevölkerungsanteil mit Doktorgrad in Deutschland (1,6 % im Jahr 2020) über dem OECD-Durchschnitt (1,3 %) und ist ähnlich hoch wie in Australien, Norwegen und im Vereinigten Königreich, allerdings niedriger als in den Vereinigten Staaten (2,0 %) und in führenden Ländern wie der Schweiz (3,0 %) oder Slowenien (5,2 %) (OECD, 2021^[31]).

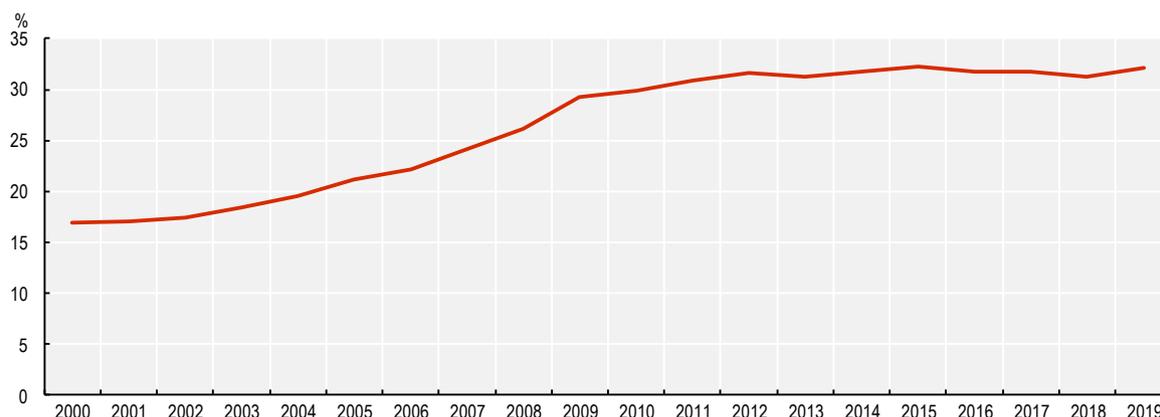
Der unterdurchschnittliche Anteil von Hochschulabsolvent*innen in Deutschland wird kompensiert – und mit einiger Wahrscheinlichkeit auch verursacht – durch das hoch entwickelte und weithin anerkannte duale Ausbildungssystem, das das Lernen an Berufsschulen mit der Ausbildung am Arbeitsplatz kombiniert. Mehr als 50 % der Erwachsenen im Alter von 25–64 Jahren und 40,8 % derjenigen im Alter von 25–36 Jahren erwarben im Jahr 2019 einen berufsbildenden Abschluss des Sekundarbereichs II oder des postsekundären Bereichs. In den vergangenen Jahrzehnten hat die berufliche Aus- und Weiterbildung eine wichtige Rolle bei der Erweiterung der Kompetenzen und Fähigkeiten der deutschen Erwerbsbevölkerung gespielt. Was den tertiären Bereich betrifft, gehört der Anteil der Abschlüsse weiterführender Studiengänge zu den höchsten innerhalb der OECD: 1,6 % der 25- bis 64-Jährigen haben ein Promotionsstudium oder einen vergleichbaren Studiengang absolviert (dies entspricht dem achten Rang innerhalb der OECD); das gleiche gilt für 2,1 % der Erwachsenen unter 35 (dritter Rang) (OECD, 2021^[33]). Allerdings ist das Kontingent der Arbeitskräfte mit abgeschlossener Berufsausbildung in der Fertigung, im Handwerk und in spezialisierten Dienstleistungen in Deutschland um 19 % gesunken, von 444 000 im Jahr 2005 auf 359 000 im Jahr 2019. Demgegenüber stieg die Anzahl der Erstabsolvent*innen an Hochschulen um 49 %, von 208 000 im Jahr 2005 auf 311 000 im Jahr 2019.

Zudem schneiden die Deutschen im internationalen Vergleich bei den nicht fachspezifischen Kompetenzen gut ab. Erwachsene in Deutschland liegen bei den Schlüsselkompetenzen in der Informationsverarbeitung oberhalb des OECD-Durchschnitts (siehe die Erhebung von 2018 zu Schlüsselkompetenzen von Erwachsenen [PIAAC]) (OECD, 2019^[34]). Den von PIAAC erhobenen Daten zufolge erzielte Deutschland vergleichsweise gute Ergebnisse beim Aufbau grundlegender Kompetenzen, während die durchschnittliche Lesekompetenz von 15-jährigen Schüler*innen in Deutschland im Zeitraum von 2000 bis 2018 stärker zunahm als im OECD-Durchschnitt.

6.4.2. Kompetenzen und Fähigkeiten in Deutschland: Chancen und Herausforderungen

Zu beachten ist, dass die Ausweitung des Kontingents akademisch ausgebildeter Menschen in Deutschland in den vergangenen zwei Jahrzehnten mit einer Phase des demografischen Wandels zusammenfiel, der zu einem Rückgang des Anteils junger Menschen in der Bevölkerung führte (Abbildung 6.6). Dadurch bedingt stieg der Anteil der Hochschulabsolvent*innen unter Gleichaltrigen sprunghaft an, von rd. 17 % in den frühen 2000er Jahren auf 32 % im Jahr 2019. Der Zuwachs vollzog sich im Wesentlichen zwischen 2002 und 2012, wohingegen in den letzten sieben Jahren wenig positive Dynamik zu verzeichnen war. Dies erschwert zusätzlich die Herausforderung, die erforderlichen Kompetenzen bereitzustellen.

Abbildung 6.6. Anteil der Erstabsolvent*innen an Hochschulen an der gleichaltrigen Gesamtbevölkerung in Deutschland, 2000–2019



Quelle: OECD-Berechnungen auf Basis von Daten aus Destatis (o. J.^[35]).

Es bestehen Chancen, die Kompetenzen und Fähigkeiten in Deutschland durch höhere Diversität auszubauen. Derzeit sind in den MINT-Studiengängen zwei von drei Hochschulabsolvent*innen Männer, womit sich die Unterrepräsentation der Frauen in Schlüsselsektoren für Innovation verfestigt. Personen aus unterrepräsentierten Gruppen, z. B. aus Nichtakademikerhaushalten und Haushalten mit Migrationshintergrund, anzuwerben und für Innovationstätigkeit zu motivieren, wäre eine wichtige Komponente einer Strategie zum Abbau des Fachkräftemangels, wie in Kapitel 15 zum Thema Teilhabe ausgeführt.

Die traditionelle deutsche Verzahnung des öffentlichen mit dem privaten Sektor, die die geeigneten Kompetenzen für ein erfolgreiches deutsches Innovationssystem bereitgestellt hat, muss nun in einem veränderten Umfeld genutzt werden. Das Hochschulmodell Humboldt'scher Prägung, das von jeher die Forschung, Wissenserzeugung und intellektuelle Neugier in den Mittelpunkt gestellt hat, hat zusammen mit den hoch angesehenen deutschen Technischen Universitäten und ihrer Ausrichtung auf die Ingenieurwissenschaften und angewandten Wissenschaften dazu beigetragen, den Arbeitsmarkt mit einer großen Zahl gut ausgebildeter Neuzugänge zu versorgen. Die enge Zusammenarbeit zwischen der Industrie und der Wissenschaft in deutschen Bildungseinrichtungen gewährleistet bislang, dass die Kompetenzen der Absolvent*innen für die Innovationen und praktischen Anwendungen des Industriesektors geeignet sind.

6.4.3. Fachkräftemangel und seine Folgen für die Innovation

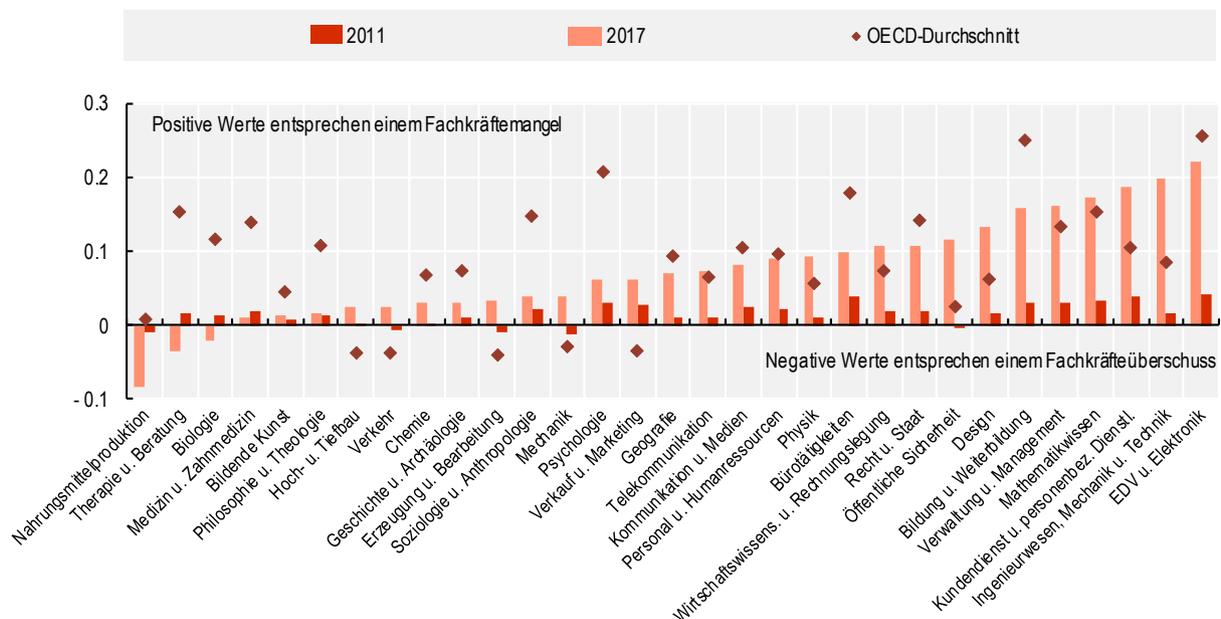
Trotz der guten Ausstattung mit qualifizierten und leistungsfähigen Arbeitskräften sind im deutschen Innovationssystem bestimmte Kernkompetenzen nur begrenzt verfügbar. Dies wird sich in Zukunft mit einiger Wahrscheinlichkeit infolge der alternden Bevölkerung zu einer größeren Herausforderung entwickeln. Der Mannheimer Innovationserhebung von 2018 zufolge verwiesen 34 % der befragten Unternehmen auf den Fachkräftemangel als das größte Hemmnis für Innovationstätigkeit, gegenüber 10 % im Jahr 2006 (ZEW, 2018^[36]). Die Mannheimer Studie erhob auch Daten zur Anzahl der unbesetzt gebliebenen, mit Verzögerung besetzten oder mit unzureichend qualifiziertem Personal besetzten Stellen, ergänzt durch Informationen zu den ursprünglich für die Stellen geforderten Kompetenzen. Die Analyse von 1,1 Mio. Stellenausschreibungen, die von 297 000 befragten Unternehmen im Jahr 2017 veröffentlicht wurden, ließ erkennen, dass 18,2 % aller angebotenen Stellen bis zum Zeitpunkt der Erhebung offen blieben (zweites und drittes Quartal 2018), was rd. 200 000 Stellen entspricht. Des Weiteren konnte für 33 % (361 000 Stellen) Personal nur mit Verzögerung gefunden werden oder die erfolgreichen Bewerber*innen verfügten nicht über die geforderten Qualifikationen. 48,7 % (534 000) der offenen Stellen konnten wie geplant besetzt werden.

Ebenfalls der Mannheimer Studie zufolge waren 36 % der befragten Firmen auf der Suche nach zusätzlichem Personal mit akademischer Ausbildung in Ingenieur- und Naturwissenschaften oder anderen akademischen Fächern; 9 % der Unternehmen hatten Vakanzen für Mitarbeiter*innen in den Bereichen Informatik, Mathematik und Statistik. Was technologische Kompetenzen betrifft, werden einigen Schätzungen zufolge deutsche Unternehmen bis zum Jahr 2023 rd. 700 000 Arbeitskräfte mehr benötigen, als im Jahr 2019 verfügbar waren; insbesondere Kompetenzen in der Analyse komplexer Daten und in benutzerorientiertem Design werden gefragt sein (Kirchherr et al., 2018^[37]). Zudem dürfte die zunehmende Ausrichtung der Branchen auf digitale Dienstleistungen und Innovationen interdisziplinäre Ansätze erfordern (Paunov, Planes-Satorra und Moriguchi, 2017^[38]).

In sieben von zehn Berufsfeldern mit hohen Qualifikationsanforderungen besteht Fachkräftemangel, einer der höchsten Werte im OECD-Raum (OECD, 2021^[39]); besonders ausgeprägt ist dieses Phänomen im Computer- und Elektroniksektor, im Ingenieurwesen und in der Mathematik sowie im Kundenservice und bei den personenbezogenen Dienstleistungen (Abbildung 6.7). Der Fachkräfteengpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit aus dem Jahr 2019 zufolge traten die größten Beschäftigungsengpässe in den medizinischen und Pflegeberufen, in der IT sowie in Baugewerbe und Handwerk auf (Bundesagentur für Arbeit, 2020^[40]).

Abbildung 6.7. Signifikanter Fachkräftemangel besteht in MINT-bezogenen Wissensgebieten

Wissensdomänen mit Fachkräftemangel oder -überangebot



Anmerkung: Die Datenbank *Skills for Jobs* (Fachkenntnisse für Arbeitsstellen) stellt bezüglich Fachkenntnissen entweder einen Mangel oder ein Überangebot fest. Diese Ungleichgewichte werden über eine zweigeteilte Herangehensweise gemessen. Zunächst wird ein „Indikator für berufsbezogenen Fachkräftemangel“ für 33 Berufe berechnet; die Grundlage dafür bildet eine Analyse der Zuwächse der Gehälter, der Beschäftigung und der Arbeitsstunden, außerdem werden die Arbeitslosenquote und die Veränderung bei der Unterqualifikation betrachtet. Für jedes Land werden langfristige Trends dem in der Gesamtwirtschaft zu beobachtenden Trend gegenübergestellt. Auf der Grundlage der Datenbank *O*NET* wird der „Indikator für berufsbezogenen Fachkräftemangel“ sodann genutzt, um Indikatoren für den Mangel bzw. Überschuss an Fachkenntnissen zu entwickeln. Wissensdomänen beziehen sich auf die Gesamtheit der Informationen, die eine ausreichende Leistung in der Arbeitsstelle ermöglichen (etwa mathematische Kenntnisse für einen Betriebswirt).

Quelle: OECD (2020^[18]), *OECD-Wirtschaftsberichte: Deutschland 2020*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/91973c69-en> auf der Grundlage der OECD-Datenbank *Skills for Jobs*.

Künftig wird Arbeitskräftemangel mit einiger Wahrscheinlichkeit besonders in solchen Berufsbereichen auftreten, die ein hohes Maß an IKT-Kompetenz erfordern, daneben auch im Gesundheitswesen, im Handwerk und bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit Mechatronik und Automatisierungstechnik (BMAS, 2021^[41]; Kirchherr et al., 2018^[37]; Leifels, 2020^[42]). Einer Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW) zufolge waren im Oktober 2021 insgesamt 276 900 unbesetzte Stellen im MINT-Funktionsbereich gemeldet, was einem Anstieg von 155 % im Vergleich zum Oktober 2020 entspricht, jedoch auch höher liegt als die Vergleichswerte vor Beginn der Pandemie (Oktober 2019: 263 000). Dies betrifft in erster Linie qualifizierte MINT-Arbeitskräfte (130 100) sowie MINT-Expertentätigkeiten (103 500). Die größte Lücke tat sich im Bereich Energie und Elektronik auf (81 300), während im IT-Bereich 46 400 Stellen nicht besetzt werden konnten (Anger, Kohlisch und Plünnecke, 2021^[43]). Ein weiterer Bericht ermittelte 96 000 offene Stellen für IT-Fachleute im Jahr 2021 (eine Steigerung von 12 % gegenüber dem Vorjahr), wobei zwei Drittel der Unternehmen Engpässe meldeten (Bitkom, 2022^[44]).

Eine ökonometrische Analyse von Daten lässt erkennen, dass sich der Fachkräftemangel negativ auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen auswirkt (Horbach und Rammer, 2019^[45]). Unternehmen, denen im Jahr 2017 Fachkräfte fehlten (d. h. offene Stellen gar nicht, nur verzögert oder nicht mit den gewünschten Qualifikationen besetzen konnten), wiesen eine um 11,5 % höhere Wahrscheinlichkeit auf, bereits begonnene Innovationstätigkeiten wieder abzubrechen oder ganz einzustellen (bei Berücksichtigung der Endogenität von Fachkräftemangel und Innovationstätigkeit).

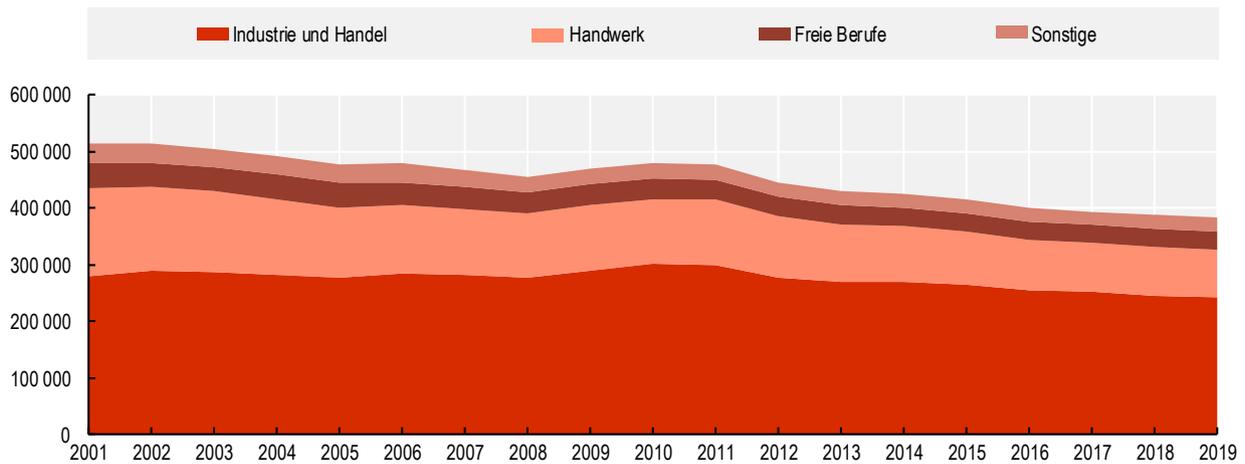
6.4.4. Fortbildung, Berufsbildung und Ausbau von Qualifikationen

Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten in Deutschland sind vorhanden, werden jedoch uneinheitlich genutzt und sind nicht auf die weitreichende Neuqualifizierung zugeschnitten, die angesichts der zukünftigen Transformationen erforderlich ist. Daten der Adult Education Survey (AES, Erhebung zum Weiterbildungsverhalten in Deutschland) von 2018 ließen erkennen, dass 54 % der Erwachsenen (im Alter von 18 bis 64 Jahren) in Deutschland an Weiterbildungsmaßnahmen teilnehmen; dieses Niveau ist etwas höher als der EU-Durchschnitt innerhalb der OECD-Länder (OECD, 2021^[39]). Allerdings weisen gering qualifizierte Erwachsene, Geringverdiener und Mitarbeitende von KMU besonders geringe Beteiligungsquoten auf (OECD, 2021^[46]).

Die meisten Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen sind tendenziell eher kurz und zielen nicht darauf ab, die Fertigkeiten und Fachkompetenzen von Arbeitskräften grundlegend zu transformieren, was aber u. U. erforderlich ist, sofern bestehende Arbeitsplätze verdrängt und nicht ersetzt werden. Schließlich ist auch die Governance des deutschen Fort- und Weiterbildungssystems in den Bundesländern stark fragmentiert, was einen koordinierten nationalen Ansatz zur Anhebung des Qualifikationsniveaus beziehungsweise zur Neuqualifizierung der von der ökologischen und der digitalen Transformation betroffenen Arbeitskräfte erschweren dürfte. Zudem entstehen hierdurch zusätzliche Herausforderungen für die Zulassung (OECD, 2021^[46]).

Die wachsende Zahl junger Menschen, die in einer alternden Gesellschaft einen akademischen Abschluss anstreben, deutet zusammen mit der insgesamt sinkenden Zahl junger Menschen darauf hin, dass die Anzahl der Absolvent*innen nicht-tertiärer Bildungsgänge abnehmen wird. Dies ist bei dem wichtigsten Ausbildungsprogramm in Deutschland, dem dualen System der Berufsausbildung (Abbildung 6.8), klar der Fall, da die Gesamtzahl der bestandenen Abschlussprüfungen von 451 000 im Jahr 2011 auf 359 000 im Jahr 2019 gesunken ist. Der Rückgang war besonders stark in den Bereichen Handwerk, Industrie und Handel und weniger ausgeprägt im Bereich der spezialisierten Dienstleistungen (freie Berufe), im öffentlichen Dienstleistungsangebot, in der Landwirtschaft und bei den häuslichen Dienstleistungen.

Abbildung 6.8. Anzahl der bestandenen Abschlussprüfungen für Berufsausbildungsverhältnisse in Deutschland, 2001–2019, nach fachlichem Schwerpunkt

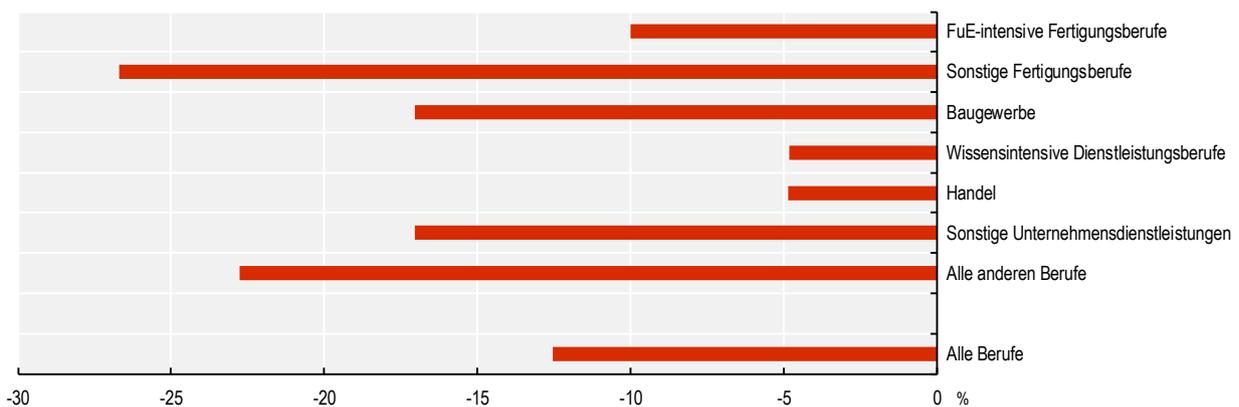


Quelle: OECD-Berechnungen auf Basis von Daten aus Destatis (o. J.^[47]).

Ein genauerer Blick auf die beruflichen Tätigkeiten und die entsprechenden Wirtschaftssektoren ergibt einen eher moderaten Rückgang bei den bestandenen Prüfungen für die Kategorien der wissensintensiven Dienstleistungen (d. h. IKT, Finanz- und Versicherungsgewerbe sowie wissenschaftliche, technische und spezialisierte Dienstleistungen) und der sonstigen Unternehmensdienstleistungen (beispielsweise Transport und Lagerung sowie Gebäudemanagement) im Zeitraum von 2012–2019¹ (Abbildung 6.9). Die Anzahl der bestandenen Prüfungen ging bei den Tätigkeiten mit Bezug zu forschungs- und entwicklungsintensiver Fertigung um 10 %, in anderen Fertigungsberufen aber wesentlich stärker (27 %) zurück.

Im Kontext der sozioökonomischen Effekte der digitalen und ökologischen Transformation ist es unabdingbar, dass die erwachsene Bevölkerung auch in späteren Lebensjahren an Programmen zur Anhebung des Qualifikationsniveaus und zur Neuqualifizierung teilnimmt, um die langfristige Verdrängung am Arbeitsmarkt zu begrenzen sowie Herausforderungen im Bereich der Teilhabe anzugehen. Dies ist in Deutschland besonders wichtig: Einer Studie der OECD aus dem Jahr 2018 zufolge sind rd. 18 % der Arbeitsplätze von einem hohen Automationsrisiko betroffen, während weitere 36 % der Arbeitsplätze von Verdrängung bedroht sind (Nedelkoska und Quintini, 2018^[48]).

Abbildung 6.9. Änderungen in der Anzahl bestandener Abschlussprüfungen (Berufsausbildung) in Deutschland, 2012–2019, nach einschlägigen Wirtschaftssektoren



Quelle: OECD-Berechnungen auf Basis von Daten aus Destatis (o. J.^[47]).

6.4.5. Zuwanderung von Fachkräften

Deutschland muss mehr dafür tun, Arbeitskräfte aus dem Ausland mit besonders stark nachgefragten Qualifikationsprofilen anzuwerben. Den *OECD Indicators of Talent Attractiveness* aus dem Jahr 2019 zufolge belegt Deutschland in der OECD hinter der Schweiz und Norwegen den dritten Rang unter den für internationale Studierende attraktivsten Ländern, noch vor Finnland und den Vereinigten Staaten. (Chaloff et al., 2019^[49]). Die Ausgabe von Visa zu Studienzwecken, die es den Studierenden ermöglichen, während des laufenden Studiums zu arbeiten, hat sich neben den geringen Studiengebühren als Vorteil für internationale Studierende erwiesen. Was die Attraktivität für ausländische Unternehmer*innen anbelangt, schnitt Deutschland zudem mit einem sechsten Rang vergleichsweise gut ab, die Attraktivität des Landes für Nachwuchsfachkräfte ist im OECD-Vergleich aber eher durchschnittlich.

Für Unternehmen – insbesondere kleinere Unternehmen – mit akutem Fachkräftemangel ist die Anstellung zugewanderter Fachkräfte nach wie vor eine eher ungewöhnliche Option. In einer Erhebung aus dem Jahr 2021 unter 7 500 Unternehmen mit mehr als zehn Mitarbeitenden gaben lediglich 16 % an, qualifiziertes Personal aus dem Ausland zu rekrutieren, um dem Fachkräftemangel zu begegnen. Häufiger optierten Unternehmen für das Angebot beruflicher Bildungsmaßnahmen für neue Mitarbeitende (47 %), eine bessere Vereinbarkeit von Familie und Berufsleben (41 %), Weiterbildungsangebote für das Stammpersonal (39 %), die regelmäßige Anhebung von Löhnen und Gehältern (26 %) sowie das Angebot von Gesundheitsmanagement am Arbeitsplatz (17 %). Die 501 befragten Firmen, die sich trotz des von ihnen berichteten Fachkräftemangels gegen die Rekrutierung von ausländischen Fachkräften entschieden hatten, nannten Sprachbarrieren (45 %) und Unsicherheiten im Hinblick auf im Ausland erworbene Qualifikationen (45 %) – insbesondere bei Nicht-EU-Arbeitskräften – als Hauptgründe ihrer Entscheidung. Zugleich verwiesen Unternehmen, die tatsächlich ausländische Fachkräfte rekrutiert hatten, ebenfalls auf Sprachbarrieren (39 %) und ausländische Qualifikationen (28 %) als Haupthindernisse (Mayer, 2021^[50]).

Angesichts der alternden Bevölkerung in Deutschland und ihrer Konsequenzen für das zukünftige Qualifikationsangebot richtet die Bundesregierung ihr Augenmerk verstärkt auf das Thema der Zuwanderung von Fachkräften. Zu den Faktoren, die den Erfolg in diesem Bereich hemmen, zählen fehlende formelle Anerkennungsverfahren für ausländische Qualifikationen und das Problem der Überqualifizierung: Nur 40 % der im Ausland geborenen und ausgebildeten Akademiker arbeiten in einer hochqualifizierten Beschäftigung, im Vergleich zu 77 % der deutschen Akademiker (OECD, 2020^[51]). Das im Jahr 2020 in Kraft getretene Fachkräfteeinwanderungsgesetz soll den Verwaltungsaufwand reduzieren und durch erhöhte und zentral gebündelte Verwaltungskapazitäten sowie durch vereinfachte Anforderungen für die Anerkennung von Qualifikationen im IKT-Sektor (wo der Fachkräftemangel besonders schwer wiegt) zu einer verstärkten Zuwanderung beitragen (BMW, 2020^[52]). Der Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung sieht weitere Maßnahmen in diesem Bereich vor, u. a. durch Einführung eines Punktesystems, bei dem Antragsteller*innen, die vor der Zuwanderung noch keinen Arbeitsplatz gefunden haben, anhand (u. a.) ihrer Ausbildung und Sprachkenntnisse eingestuft werden (SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP, 2021^[53]; Bayat, 2021^[54]). Dabei orientiert man sich am kanadischen Einwanderungssystem, das ebenfalls eine Punktebewertung vorsieht und für viele deutsche Entscheidungsträger seit Langem einen Vorbildcharakter hat (OECD, 2020^[51]).

Literaturverzeichnis

- Anger, C., E. Kohlisch und A. Plünnecke (2021), *MINT-Herbstreport 2021: Mehr Frauen für MINT gewinnen – Herausforderungen von Dekarbonisierung, Digitalisierung und Demografie meistern*, Gutachten für BDA, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall, Institut der Deutschen Wirtschaft, Köln,
https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2021/MINT-Herbstreport_2021.pdf. [43]
- Attrey, A., M. Leshner und C. Lomax (2020), „The role of sandboxes in promoting flexibility and innovation in the digital age“, *OECD Going Digital Toolkit Policy Note*, No. 2, OECD, Paris,
<https://goingdigital.oecd.org/toolkitnotes/the-role-of-sandboxes-in-promoting-flexibility-and-innovation-in-the-digital-age.pdf>. [1]
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.) (2020), *Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt*, wbv Media, Bielefeld, <http://dx.doi.org/10.3278/6001820gw>. [30]
- Bayat, M. (2021), „Germany: Neuer Koalitionsvertrag zeigt neue Ansätze zur Migration und Integration“, *EWSI Integration News*, 13. Dezember, https://ec.europa.eu/migrant-integration/news/germany-neuer-koalitionsvertrag-zeigt-neue-ansaeetze-zur-migration-und-integration_de (Abruf: 27. April 2022). [54]
- Bitkom (2022), „IT-Fachkräftelücke wird größer: 96.000 offene Jobs“, *Presseinformation*, Bitkom e.V., Berlin, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/IT-Fachkraefteluecke-wird-groesser>. [44]
- Bitkom (2021), „Datenschutz setzt Unternehmen unter Dauerdruck“, *Presseinformation*, Bitkom e.V., Berlin, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Datenschutz-setzt-Unternehmen-unter-Dauerdruck>. [16]
- BMAS (2021), „Fachkräftemonitoring: Arbeitsmarktdynamik in den nächsten fünf bis zwanzig Jahren“, 25. November, BMAS, Berlin, <https://www.bmas.de/DE/Arbeit/Fachkraeftesicherung-und-Integration/Fachkraeftemonitoring/fachkraeftemonitoring.html> (Abruf: 1. März 2022). [41]
- BMWi (2021), „Transferinitiative: Ergebnisse der Online-Befragung zum Wissens- und Technologietransfer in Deutschland“, BMWi, Berlin,
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/U/umfrage-transferinitiative.pdf>. [6]
- BMWi (2020), *Möglichkeiten der Fachkräfteeinwanderung – Was Arbeitgeber wissen müssen*, BMWi, Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ausbildung-und-Beruf/moeglichkeiten-der-fachkraefteeinwanderung.pdf>. [52]
- BNetzA (2021), „Bundesnetzagentur veröffentlicht Netzabdeckung mit 5G“, *Pressemitteilung*, 9. Dezember, Bundesnetzagentur, Bonn,
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/20211209_5G_Monitoring.html. [22]
- Bundesagentur für Arbeit (2020), „Fachkräfteengpassanalyse“, Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg, <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Footer/Top-Produkte/Fachkraefteengpassanalyse-Nav.htm> (Abruf: 1. März 2022). [40]

- Casalini, F., J. López-González und T. Nemoto (2021), „Mapping Commonalities in Regulatory Approaches to Cross-Border Data Transfers“, *OECD Trade Policy Papers*, No. 248, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/ca9f974e-en>. [15]
- Chaloff, J. et al. (2019), „How do OECD countries compare in their attractiveness for talented migrants?“, *Migration Policy Debates*, No. 19, OECD, Paris, und Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, <https://www.oecd.org/els/mig/migration-policy-debates-19.pdf>. [49]
- Destatis (o. J.), „Bestandene Prüfungen nach Prüfungsgruppen im Zeitvergleich“, Tabellen, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/_inhalt.html#234578. [32]
- Destatis (o. J.), „Bevölkerung nach Bildungsabschluss in Deutschland“, Tabelle, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Bildungsstand/Tabellen/bildungsabschluss.html>. [35]
- Destatis (o. J.), „Bildung, Forschung und Kultur: Berufliche Bildung“, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Berufliche-Bildung/_inhalt.html#. [47]
- Europäische Kommission (2020), *Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen*, COM(2020) 65 final/2, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52020DC0065R\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52020DC0065R(01)). [10]
- Guellec, D. und C. Paunov (2018), „Innovation policies in the digital age“, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 59, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/eadd1094-en>. [14]
- Hamon, R., H. Junklewitz und M. Sanchez (2020), *Robustness and Explainability of Artificial Intelligence: From technical to policy solutions*, JRC Technical Report, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, <http://dx.doi.org/10.2760/57493>. [9]
- Horbach, J. und C. Rammer (2019), „Circular economy innovations, growth and employment at the firm level: Empirical evidence from Germany“, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 24/3, S. 615–625, <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12977>. [45]
- IDC (2020), „Industrial IoT in Deutschland 2021: Aktuelle Technologien und Trends für innovative IoT-Projekte im industriellen Sektor“, IDC Executive Brief, IDC, Frankfurt, https://www.digital-chiefs.de/wp-content/uploads/2020/12/IDC_IIoT_2021_ExecutiveBrief_Axians_Actemium_WEB.pdf. [23]
- Kirchherr, J. et al. (2018), „Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen“, *Future Skills Diskussionspapier*, No. 1/4, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V., Essen, <https://www.future-skills.net/analysen/future-skills-welche-kompetenzen-in-deutschland-fehlen>. [37]
- Larrue, P. (2020), „The design and implementation of mission-orientated innovation policies: A new systemic policy approach to address societal challenges“, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 100, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/3f6c76a4-en>. [3]

- Leifels, D. (2020), „Mangel an Digitalkompetenzen bremst Digitalisierung des Mittelstands – Ausweg Weiterbildung?“, *Fokus Volkswirtschaft*, No. 277, KfW Research, Frankfurt, <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2020/Fokus-Nr.-277-Februar-2020-Digitalkompetenzen.pdf>. [42]
- Martin, N. et al. (2019), „How Data Protection Regulation Affects Startup Innovation“, *Information Systems Frontiers*, Vol. 21/6, S. 1307–1324, <http://dx.doi.org/10.1007/s10796-019-09974-2>. [17]
- Mayer, M. (2021), „Fachkräfteengpässe und Zuwanderung aus Unternehmenssicht in Deutschland 2021: Stärkerer Anstieg als im Vorjahr angenommen“, Policy Brief Migration, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, <http://dx.doi.org/10.11586/2021080>. [50]
- MIG (o. J.), „Breitbandatlas“, MIG, Naumburg, <https://netzda-mig.de/breitbandatlas>. [21]
- Muehlemann, S. und H. Pfeifer (2016), „The Structure of Hiring Costs in Germany: Evidence from Firm-Level Data“, *Industrial Relations*, Vol. 55/2, S. 193–218, <http://dx.doi.org/10.1111/irel.12139>. [26]
- Nedelkoska, L. und G. Quintini (2018), „Automation, skills use and training“, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 202, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>. [48]
- NKR (2019), *Weniger Bürokratie, bessere Gesetze – Praxis mitdenken, Ergebnisse spürbar machen, Fortschritte einfordern*, Jahresbericht, Nationaler Normenkontrollrat, Berlin, <https://www.normenkontrollrat.bund.de/resource/blob/72494/1680506/031c2177c968abf4b7e12dff189d219c/2019-10-22-nkr-jahresbericht-2019-des-nationalen-normenkontrollrates-data.pdf>. [8]
- OECD (2021), *Bildung auf einen Blick 2021: OECD Indikatoren*, wbv Media, Bielefeld, <http://dx.doi.org/10.3278/6001821ow>. [31]
- OECD (2021), *Continuing Education and Training in Germany, Getting Skills Right*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/1f552468-en>. [39]
- OECD (2021), „Germany: Overview of the education system (EAG 2021)“, *Education GPS*, OECD, Paris, <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=DEU&treshold=10&topic=EO>. [33]
- OECD (2021), *Government at a Glance 2021*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/1c258f55-en>. [7]
- OECD (2021), *OECD Economic Outlook, Volume 2021 Issue 1*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/edfbca02-en>. [19]
- OECD (2021), „OECD Employment Outlook 2021: Navigating the COVID-19 Crisis and Recovery – How does Germany Compare?“, OECD, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=1099_1099165-kb7nrhl2tp&title=OECD-Employment-Outlook-2021-Germany-EN&_ga=2.102523332.434781268.1633333162-847026251.1625757914. [28]
- OECD (2021), „OECD Skills Outlook 2021 – Country Profile: Deutschland“, OECD, Paris, <https://www.oecd.org/germany/Skills-Outlook-Germany-DE.pdf>. [46]
- OECD (2021), *Recommendation of the Council on Enhancing Access to and Sharing of Data*, OECD, Paris, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0463>. [12]

- OECD (2020), „How attractive is Germany for foreign professionals?“, *Migration Policy Debates*, No. 23, OECD, Paris, <https://www.oecd.org/migration/mig/migration-policy-debates-23.pdf>. [51]
- OECD (2020), *OECD-Wirtschaftsberichte: Deutschland 2020*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/93cb9ab8-de>. [18]
- OECD (2019), „Bildung auf einen Blick 2019: OECD-Indikatoren – Ländernotiz Deutschland“, OECD, Paris, https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/EAG2019_CN_DEU_GER.pdf. [29]
- OECD (2019), „Germany“, in *OECD Indicators of Employment Protection: Detailed Information on Employment Protection by Country (OECD EPL Database, update 2019)*, OECD, Paris, <https://www.oecd.org/els/emp/Germany.pdf>. [25]
- OECD (2019), *Skills Matter: Additional Results from the Survey of Adult Skills*, OECD Skills Studies, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/1f029d8f-en>. [34]
- OECD (2015), *Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229358-en>. [13]
- OECD (o. J.), „Broadband portal“, OECD, Paris, <https://www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm>. [20]
- OECD (o. J.), „Economy-wide regulation“, Datensatz, OECD, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/data-00593-en> (Abruf: 10. August 2022). [5]
- OECD (o. J.), „Strictness of employment protection – individual and collective dismissals (regular contracts)“, Datensatz, OECD, Paris, https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPL_OV (Abruf: 1. März 2022). [24]
- OECD/KDI (2021), *Case Studies on the Regulatory Challenges Raised by Innovation and the Regulatory Responses*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/8fa190b5-en>. [2]
- Paunov, C., S. Planes-Satorra und T. Moriguchi (2017), „What role for social sciences in innovation?: Re-assessing how scientific disciplines contribute to different industries“, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 45, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/8a306011-en>. [38]
- SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP (2021), *Mehr Fortschritt wagen: Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit – Koalitionsvertrag 2021–2025*, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1990812/04221173eef9a6720059cc353d759a2b/2021-12-10-koav2021-data.pdf>. [53]
- Trnka, D. und Y. Thuerer (2019), „One-In, X-Out: Regulatory offsetting in selected OECD countries“, *OECD Regulatory Policy Working Papers*, No. 11, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/67d71764-en>. [4]
- Wahlster, W. und C. Winterhalter (Hrsg.) (2020), *Deutsche Normungsroadmap Künstliche Intelligenz*, DIN, Berlin, und DKE, Frankfurt a. M., <https://www.din.de/resource/blob/772438/6b5ac6680543eff9fe372603514be3e6/normungsroadmap-ki-data.pdf>. [11]
- Weltbank (2018), „Hiring and firing practices, 1-7 (best)“, Index, Weltbankgruppe, Washington, D.C., <https://tcdata360.worldbank.org/indicators/inn.hire.fire> (Abruf: 1. März 2022). [27]

ZEW (2018), *Innovationen in der Deutschen Wirtschaft*, ZEW, Mannheim,
https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/mip/18/mip_2018.pdf?v=1554116508.

[36]

Anmerkungen

¹ Der Zeitraum wurde vor dem Hintergrund einer Unterbrechung der Serie zwischen 2011 und 2012 ausgewählt, die durch eine Änderung des Klassifizierungssystems der Ausbildungsberufe verursacht wurde.



From:
OECD Reviews of Innovation Policy: Germany 2022
Building Agility for Successful Transitions

Access the complete publication at:

<https://doi.org/10.1787/50b32331-en>

Please cite this chapter as:

OECD (2022), "Rahmenbedingungen für Innovationen: Regulierung, Infrastruktur und Kompetenzen", in *OECD Reviews of Innovation Policy: Germany 2022: Building Agility for Successful Transitions*, OECD Publishing, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/6d508dc7-de>

Das vorliegende Dokument wird unter der Verantwortung des Generalsekretärs der OECD veröffentlicht. Die darin zum Ausdruck gebrachten Meinungen und Argumente spiegeln nicht zwangsläufig die offizielle Einstellung der OECD-Mitgliedstaaten wider.

This document, as well as any data and map included herein, are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area. Extracts from publications may be subject to additional disclaimers, which are set out in the complete version of the publication, available at the link provided.

The use of this work, whether digital or print, is governed by the Terms and Conditions to be found at <http://www.oecd.org/termsandconditions>.