

2 Die Vorteile der digitalen Transformation voll ausschöpfen

Das Potenzial der digitalen Transformation zur Steigerung von Produktivität, Wachstum und Lebensqualität ist groß. Die Bundesregierung hat bei der Bewältigung einiger zentraler Herausforderungen zwar schon erhebliche Fortschritte erzielt, es kann jedoch noch viel mehr getan werden, um die Vorteile von Digitalisierung und Daten voll auszuschöpfen. Faktoren wie die geringe Versorgung mit schnellem Breitbandinternet, die ihrerseits auf die niedrige Verfügbarkeit von Glasfaseranschlüssen zurückzuführen ist, ein großes Stadt-Land-Gefälle bei den Internet-Verbindungsgeschwindigkeiten sowie eine unterdurchschnittliche Datennutzung und Übertragungsgeschwindigkeit im mobilen Breitbandnetz schwächen das Fundament der digitalen Transformation. Zusammen mit geringen Investitionen in Wissenskapital und Bedenken hinsichtlich der digitalen Sicherheit begrenzt die zögerliche Einführung wichtiger IKT-Tools und -Aktivitäten das Potenzial der Unternehmen, Daten für Innovationen und Wertschöpfung zu nutzen. Vor allem KMU benötigen Unterstützung, um ihren Rückstand aufzuholen. Technologieverbreitung und Produktivitätswachstum lassen sich steigern, wenn es gelingt, Engpässe in der Internetversorgung zu beseitigen, Investitionsanreize zu schaffen und die Unternehmensdynamik in der Erholungsphase zu unterstützen. Wichtig hierfür ist ein verringerter Verwaltungsaufwand, ein erleichterter Zugang zu Finanzmitteln sowie raschere Fortschritte bei der Digitalisierung der Verwaltung. Damit in der digitalen Welt alle erfolgreich sein können, muss der starke Bedarf an alltagsmathematischen und Lesekompetenzen gedeckt und dem Mangel an IKT-Fachkräften – vor allem weiblichen – begegnet werden. Um die Vorteile der Digitalisierung optimal zu nutzen, bedarf es zudem einer nationalen Strategie für den digitalen Wandel und einer Governance, die eine effektive Politikkoordination gewährleistet.

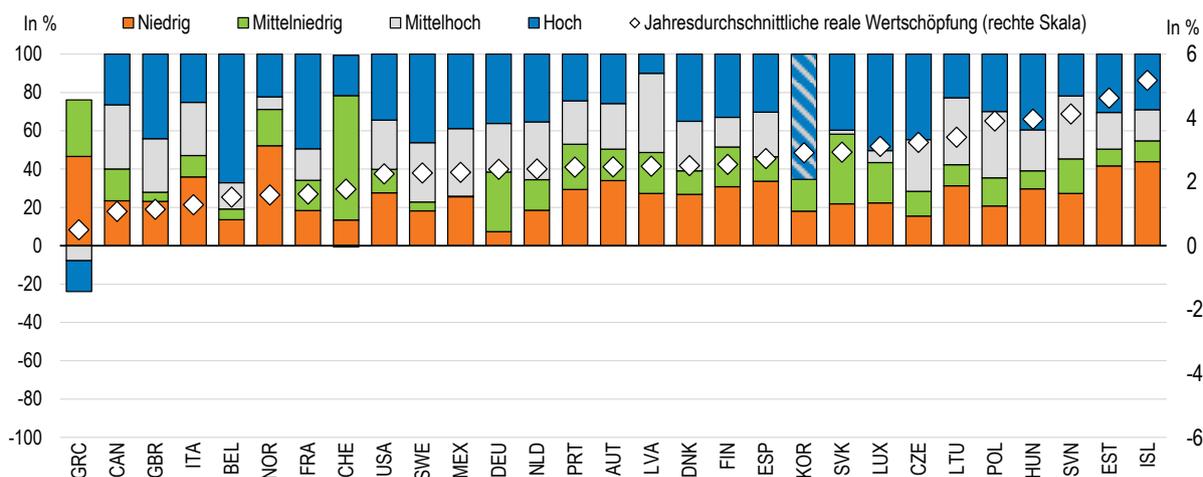
2.1. Produktivität steigern und Politikkohärenz verbessern

Das Potenzial der digitalen Transformation zur Steigerung von Produktivität, Wachstum und Lebensqualität ist groß. Die Bundesregierung hat bei der Bewältigung einiger zentraler Herausforderungen zwar schon erhebliche Fortschritte erzielt, es kann jedoch noch viel mehr getan werden, um die Vorteile von Digitalisierung und Daten voll auszuschöpfen. Voraussetzung für den digitalen Wandel sind eine gute Internetversorgung, die Einführung von IKT-Tools und -Aktivitäten und eine effektive Nutzung von Daten durch Unternehmen, staatliche Stellen und Bürger*innen. Unter dem Begriff „digitaler Wandel“ bzw. „digitale Transformation“ werden die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Effekte der Digitalisierung zusammengefasst¹ (OECD, 2020_[1]). Um die Vorteile der digitalen Transformation zu nutzen und zugleich den Herausforderungen zu begegnen, die sie in zahlreichen Bereichen entstehen lässt, ist ein integrierter Ansatz der Politikgestaltung erforderlich. In diesem Kapitel, das auf den wichtigsten Erkenntnissen des OECD-Projekts „Going Digital“ aufbaut, werden zentrale Handlungsprioritäten aufgezeigt und Empfehlungen für verschiedene Politikbereiche formuliert, um den digitalen Wandel optimal zu gestalten. Die Corona-Krise hat viele Chancen der digitalen Transformation für Wirtschaft und Gesellschaft deutlich vor Augen geführt. Dadurch bekommen einige der formulierten Empfehlungen noch größeren Stellenwert.

In Deutschland haben hoch und mittelhoch digitalisierte Branchen zwischen 2015 und 2018 62 % zum Wachstum der Wertschöpfung beigetragen, im OECD-Durchschnitt 54 % (Abbildung 2.1). Der Digitalisierungsgrad einer Branche hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Hierzu zählen u. a. die Einführung fortgeschrittener IKT-Tools, die für ihren effektiven Einsatz erforderlichen personellen Kapazitäten, der Einkauf von IKT-Vorleistungsgütern und -Dienstleistungen und der Umsatz aus dem Online-Handel (Calvino et al., 2018_[2]). Zwischen 2009 und 2018 wurden in Deutschland 40 % aller neuen Arbeitsplätze in digitalisierten Branchen geschaffen, was einem Nettozuwachs von 1,6 Millionen Arbeitsplätzen entspricht.

Abbildung 2.1. Digitalisierte Branchen leisteten einen deutlichen Beitrag zum Wertschöpfungswachstum der jüngsten Zeit

In Prozent des jahresdurchschnittlichen Wachstums der realen Wertschöpfung im Zeitraum 2015-2018, verkettete Volumen, nach Digitalisierungsgrad (Referenzjahr 2015)



Anmerkung: Für Deutschland, Griechenland, Lettland, Litauen, Norwegen, Polen, Portugal und die Schweiz stammen die Daten aus dem Zeitraum 2015-2017, für Kanada aus dem Zeitraum 2015-2016. Der Digitalisierungsgrad ist nach der Klassifizierung von Calvino et al. definiert (Calvino, F., C. Criscuolo, L. Marcolin und M. Squicciarini (2018), "A taxonomy of digital-intensive sectors", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2018/14, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f404736a-en>). Zu den Bestimmungsfaktoren des Digitalisierungsgrads einer Branche gehören: IKT-Tools, die für ihren effektiven Einsatz erforderlichen personellen Kapazitäten, Investitionen in materielle und immaterielle IKT (z. B. Software), Einkauf von IKT-Vorleistungsgütern und -Dienstleistungen, Ausstattung mit Robotern und Umsatz aus dem Online-Handel.

Quelle: Going Digital Toolkit, <https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/08/>.

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934200945>

Eine bessere Internetversorgung, eine stärkere Verbreitung von IKT-Tools und eine effektive Datennutzung durch Unternehmen bieten ein großes Innovations- und Produktivitätspotenzial. Dieses Potenzial liegt beispielsweise in Innovationen zur Verbesserung von Geschäftsabläufen, in der Automatisierung von Routineaufgaben, in effizienteren Interaktionen mit Lieferanten und Kunden sowie in der Nutzung von Daten für Innovationen. Die Arbeitsproduktivität ist in Deutschland hoch, ihr Wachstum wird aber durch eine geringe Zunahme der Kapitalintensität und langsame Verbreitung von IKT-Tools und -Aktivitäten in weniger produktiven Unternehmen gebremst (OECD, 2018^[3]). Die Unternehmen müssen nicht nur mehr in IKT, sondern auch in komplementäre Aktivposten investieren. Die größten Nutzeffekte der digitalen Transformation sind oft in Unternehmen festzustellen, die auch in Wissenskapital und Kompetenzen investieren (Gal et al., 2019^[4]).

Um die Vorteile der digitalen Transformation voll auszuschöpfen, bedarf es einer kohärenten Politikgestaltung und Koordination zwischen allen von der digitalen Transformation betroffenen Bereichen. Dies kann durch eine umfassende nationale Strategie für den digitalen Wandel und einen Governance-Ansatz erreicht werden, der eine effektive Koordination garantiert. Deutschlands Bemühungen in dieser Hinsicht sind offensichtlich. Im Bereich der Digitalisierung wurden zahlreiche Strategien und Maßnahmen ergriffen. Die wichtigsten Maßnahmen sind in der Umsetzungsstrategie „Digitalisierung gestalten“ zusammengefasst (Bundesregierung, 2020^[5]). Diese Strategie wird von einem eigens dafür eingerichteten Gremium im Bundeskanzleramt koordiniert und dient als Instrument zur Begleitung der Umsetzung beschlossener Maßnahmen (Kasten 2.1). Die Bundesregierung gewährt auch bedeutende Finanzhilfen für verschiedene Aspekte der digitalen Transformation (Bundesregierung, 2020^[5]). Zusätzliche Mittel werden im Rahmen des Hilfspakets zur Bewältigung der Corona-Krise („Corona-Schutzschild“) bereitgestellt.

Kasten 2.1. Hin zu einer nationalen Strategie für den digitalen Wandel

Die Umsetzungsstrategie „Digitalisierung gestalten“ ist eine wichtige Etappe auf dem Weg zu einer umfassenden nationalen Strategie für den digitalen Wandel. Das Dokument vereint bereits bestehende und geplante Digitalisierungsvorhaben der Bundesregierung in fünf prioritären Handlungsfeldern: digitale Kompetenz, Infrastruktur und Ausstattung, Innovation und digitale Transformation, Gesellschaft im digitalen Wandel und moderner Staat. Es wird regelmäßig aktualisiert, um die Umsetzung der Digitalisierungsvorhaben zu verfolgen. Ein interaktives Online-Dashboard mit Indikatoren, die von den für die Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen zuständigen Bundesministerien erarbeitet wurden, soll die erzielten Fortschritte quantitativ messbar machen und die Öffentlichkeit informieren (Bundesregierung, 2019^[6]).

Quelle: Bundesregierung (2019^[6]); OECD (2020^[7]).

Der nächste Schritt sollte die Ausarbeitung einer nationalen Strategie für den digitalen Wandel sein. Der Integrierte Politikrahmen „Going Digital“ der OECD, der den Regierungen bei der Steigerung der Politikkohärenz und -koordination helfen soll, beschreibt einen umfassenden Katalog an prioritären Handlungsfeldern sowie wichtigen Schritten für die Konzipierung einer nationalen Strategie für den digitalen Wandel (OECD, 2020^[7]). Zu den entscheidenden Etappen der Ausarbeitung einer derartigen Strategie zählen: 1. Festlegung einer Gesamtvision einschließlich der Prioritäten für den digitalen Wandel in Deutschland, 2. Einbeziehung aller relevanten Akteure in die Ausarbeitung der Strategie, 3. Integration und/oder Koordination mit allen anderen Strategien, Maßnahmen und verantwortlichen Akteuren für die Digitalisierung, 4. Aufstellung klarer Ziele für jedes prioritäre Handlungsfeld und 5. Sicherstellung der Kohärenz der zur Erreichung dieser Ziele ergriffenen Maßnahmen.

Eine erfolgreiche Strategie erfordert Führungskompetenz und eine Governance, die eine effektive Koordination garantiert. Gegenwärtig liegen die Verantwortlichkeiten für die Digitalisierungsmaßnahmen größtenteils in verschiedenen Ressorts. In einigen Fällen findet zwischen diesen Ministerien eine Ad-hoc-Zusammenarbeit statt. Das Bundeskanzleramt gewährleistet eine gewisse Koordination im Rahmen seiner

Umsetzungsstrategie, organisiert Sitzungen des Kabinettsausschusses Digitalisierung und hat ein beratendes Expertengremium, den Digitalrat, eingerichtet. Es verfügt auch über eine zentrale Stelle, die eigens für die Koordination und Konzipierung ressortübergreifender digitalpolitischer Anstrengungen, wie der demnächst startenden nationalen Datenstrategie, eingerichtet wurde. All dies sind nützliche Bestandteile eines Governance-Ansatzes, der aber weiterentwickelt werden muss, um eine effektive Koordination von Konzipierung und Umsetzung einer nationalen Strategie für den digitalen Wandel zu ermöglichen. Dazu könnte es auch erforderlich sein, eine solche Strategie stärker mit der Mittelbereitstellung für die digitale Transformation zu verzahnen.

In diesem Kapitel werden prioritäre Handlungsfelder und wesentliche Politikinstrumente zur Nutzung des Potenzials der digitalen Transformation in Deutschland dargelegt. Hierzu gehören: Beseitigung von Engpässen in der Internetversorgung und Steigerung der Angebotsqualität (Abschnitt 2.2), Stärkung des Fundaments für den digitalen Wandel in den Unternehmen (Abschnitt 2.3), Überwindung der Hindernisse für den erfolgreichen digitalen Wandel in den Unternehmen (Abschnitt 2.4), Unterstützung der Unternehmensdynamik während der Erholung, um die Technologieverbreitung zu beschleunigen (Abschnitt 2.5), sowie Förderung der im digitalen Zeitalter erforderlichen Kompetenzen (Abschnitt 2.6). Die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen sind am Ende des Kapitels in einer Tabelle zusammengefasst.

2.2. Engpässe in der Internetversorgung überwinden und Angebotsqualität steigern

Der Zugang zu leistungsstarken festen und mobilen Breitbandnetzen zu konkurrenzfähigen Preisen ist eine Grundvoraussetzung dafür, dass Bürger*innen, Unternehmen und Staat digitale Chancen voll nutzen können. Die Corona-Pandemie, in der das Berufs- und Schulleben in großen Teilen nach Hause verlagert wurde, hat gezeigt, welche entscheidende Rolle Breitbandnetze spielen. Beispielsweise haben 35 % der deutschen Beschäftigten laut eigenen Angaben in der Phase der Mobilitätsbeschränkungen Anfang April 2020 teilweise oder vollständig im Homeoffice gearbeitet (SOEP, 2020^[8]). Dadurch ist die Nachfrage nach Breitbandkommunikationsdiensten in die Höhe geschossen. Am Internet-Knotenpunkt Frankfurt, einem der größten Deutschlands, wurde ein Datendurchsatz von mehr als 9,1 Tbit/s (was der gleichzeitigen Übertragung von bis zu 2 Millionen hochauflösenden Videos entspricht) sowie ein Anstieg der Videokonferenzen um 120 % und der Online- und Cloud-Spiele um 30 % verzeichnet (DE-CIX, 2020^[9]).

Zunehmend datenintensive Anwendungen erhöhen die Nachfrage nach mehr Breitband, ein Trend, der sich fortsetzen dürfte (Cisco, 2018^[10]). Wie in anderen OECD-Ländern auch, haben sich die Netze während der durch die Corona-Pandemie bedingten Mobilitätseinschränkungen als robust erwiesen (OECD, 2020^[11]). Ohne die Basisinfrastruktur für eine zunehmend datengesteuerte Wirtschaft und Gesellschaft wäre Deutschland jedoch nur in begrenztem Maße in der Lage, die Vorteile der digitalen Transformation voll auszuschöpfen und Gesundheitsnotstände wie Pandemien zu bewältigen. Die Umsetzbarkeit der in Deutschland in Reaktion auf die Corona-Pandemie formulierten Vorschläge für einen gesetzlichen Anspruch auf Homeoffice für Arbeitnehmer, deren Arbeitsplatz dies zulässt, hängt auch von der Verfügbarkeit eines hochwertigen Breitbandnetzes ab.

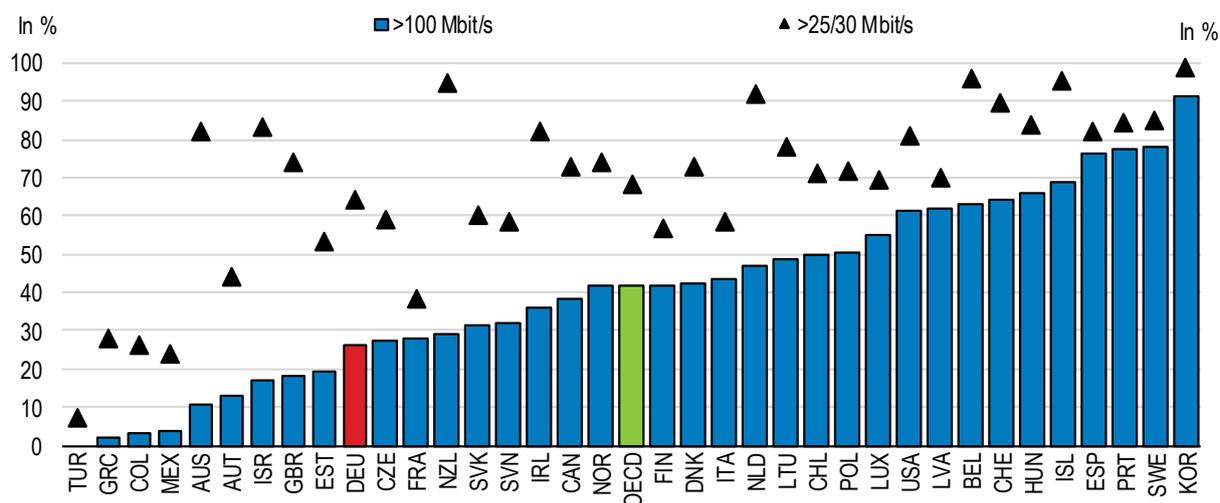
Festnetze ausbauen und ihre Qualität erhöhen

Deutschland ist bei Breitbandanschlüssen mit höheren Datenübertragungsraten im Rückstand

2019 belief sich die Zahl der Festnetzbreitbandanschlüsse auf 42,2 je 100 Einwohner, im Vergleich zu einem OECD-Durchschnitt von 31,8. Der Anteil der Breitbandanschlüsse mit höheren Übertragungsraten war aber niedrig (Abbildung 2.2). Höhere Netzgeschwindigkeiten sind wichtig für die Nutzung entscheidender IKT-Tools, wie Cloud-Computing (Abschnitt 2.3) und viele andere datenintensive Aktivitäten und Anwendungen in verschiedenen Branchen, beispielsweise industrielle Automatisierung, erweiterte Realität oder medizinische Bildgebung. Darüber hinaus sind für die Nutzung solcher Anwendungen sowie für die Arbeit im Homeoffice hohe und symmetrische Download- und Upload-Geschwindigkeiten erforderlich.

Abbildung 2.2. Anteil der Internetanschlüsse mit höheren Übertragungsraten in Deutschland gering

Breitbandanschlüsse mit vertraglich zugesicherten Übertragungsraten von mehr als 25/30 Mbit/s und 100 Mbit/s, Dezember 2019



Anmerkung: Die Daten für Australien werden ab Dezember 2018 von einer neuen Stelle nach einem anderen Verfahren erfasst. Die Angaben ab Dezember 2018 weisen einen Reihenbruch auf und sind daher nicht mit den Daten zu Breitbandindikatoren vergleichbar, die Australien zuvor an die OECD übermittelt hat. Die Datenübertragungsraten beziehen sich nur auf Leistungen von Anbietern des australischen nationalen Breitbandnetzwerks NBN (National Broadband Network), die den Großteil der Festnetz-Breitbanddienste auf sich vereinen. Für die Geschwindigkeit von Nicht-NBN-Diensten sind keine öffentlichen Angaben verfügbar. Die Daten für Kanada, die Schweiz und die Vereinigten Staaten sind vorläufig. Für Neuseeland beziehen sich die Übertragungsraten auf 2018 statt auf 2019.

Quelle: OECD Broadband Portal, <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics>.

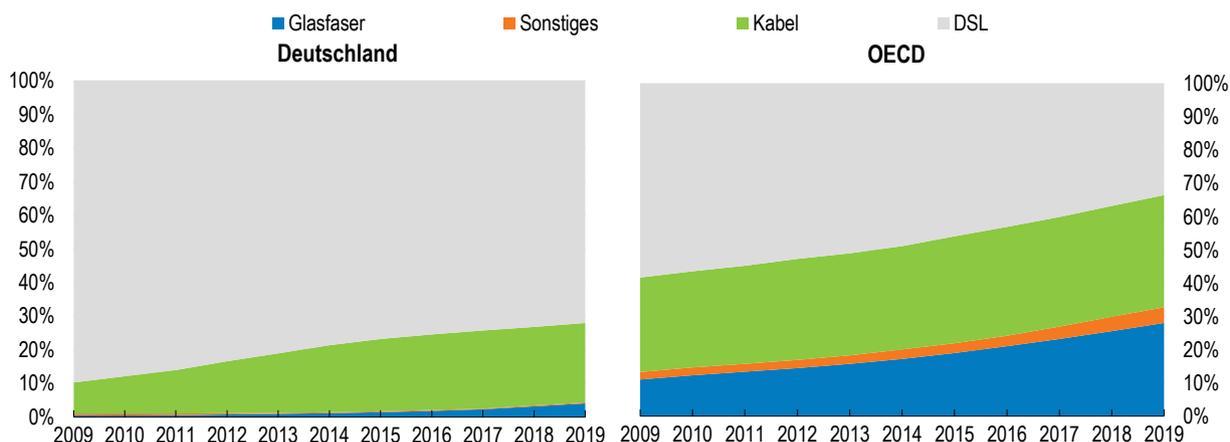
StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934200964>

Der geringe Anteil an schnelleren Internetanschlüssen korreliert mit dem Technologiemarkt in der Internet-Infrastruktur in Deutschland. DSL-Kunden machen den Großteil aller Festnetz-Breitbandkunden aus. Der Anteil der Glasfaser-Hausanschlüsse (FTTH) ist in Deutschland mit nur 4,1 % besonders niedrig – im OECD-Durchschnitt liegt er aktuell bei 28 % (Abbildung 2.3). Eine Schwachstelle der DSL-Anschlüsse ist die inhärent asymmetrische Kapazität, die darauf zurückzuführen ist, dass sie die Telefoninfrastruktur nutzen, die ursprünglich hauptsächlich für analoge Sprachdienste mit geringer Bandbreite konzipiert wurde. Sie sind meistens durch niedrige Upload-Geschwindigkeiten gekennzeichnet und entsprechend schlecht geeignet, um eine Zunahme der Arbeit im Homeoffice wie während der Corona-Pandemie zu unterstützen (OECD, 2020_[12]). Die Daten zahlreicher Festnetz-Breitbandanbieter zeigen, dass die Nachfrage nach Glasfaseranschlüssen steigt. Für die BREKO-Netzbetreiber betrug die Take-up-Rate von Glasfaser-Hausanschlüssen 42 % (BREKO, 2020_[13]). Der Wechsel von DSL zu Glasfaser setzt zwar eine eigene langfristige Netzplanung voraus, Breitbandanbieter könnten aber auf mittlere Sicht dazu ermutigt werden, ihr Netz stärker mit Glasfaserleitungen auszustatten und die DSL-Anschlüsse nach und nach durch Glasfaser-Hausanschlüsse zu ersetzen.

Größere Städte wurden im Allgemeinen zuerst mit schnellerem Breitbandinternet ausgestattet. 2019 hatten 94 % der privaten Haushalte in Großstädten Zugang zu Festnetz-Breitbandanschlüssen mit Download-Geschwindigkeiten von über 100 Mbit/s. In Landgemeinden waren es demgegenüber nur 53 % (BMVI, 2020_[14]). Regionale Versorgungslücken verringern sich in der Regel mit der Zeit. In Deutschland schlägt sich das Stadt-Land-Gefälle allerdings in regionalen Disparitäten bei den schnelleren Breitbandanschlüssen der Unternehmen nieder (Abbildung 2.4). 2017 lagen Kleinstädte und Landgemeinden gegenüber Großstädten bei den Breitbandanschlüssen mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von mindestens 100 Mbit/s um einen Faktor von zwei zurück (Alipour, erscheint demnächst_[15]).

Abbildung 2.3. Geringer und nur langsam steigender Glasfaseranteil in Deutschland

Technologiemix von Festnetz-Breitbandanschlüssen in Deutschland und im OECD-Durchschnitt, 2009-2019

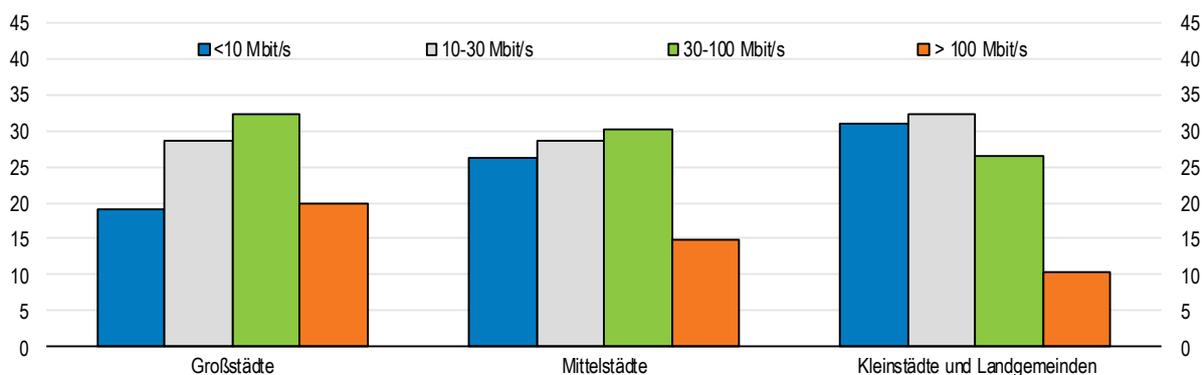


Quelle: OECD Broadband Portal, <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics>.

StatLink <https://doi.org/10.1787/888934200983>

Abbildung 2.4. Stadt-Land-Gefälle bei den Internetanschlüssen mit über 30 Mbit/s in Deutschland

Breitbandanschlüsse in Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten, ohne Finanzsektor, nach Übertragungsrate und Standort, 2017



Anmerkung: Unternehmen ohne Breitbandanschluss sind nicht berücksichtigt (etwa 5 % der befragten Unternehmen).

Quelle: Alipour (erscheint demnächst^[15]).

StatLink <https://doi.org/10.1787/888934201002>

Bisher wurde nur ein geringer Teil der öffentlichen Mittel für den Breitbandausbau ausgezahlt

Die Bundesregierung ist sich dieses Gefälles bewusst und hat sich im Koalitionsvertrag ein ehrgeiziges Ziel für schnelle Internetverbindungen gesetzt: bis 2025 soll der flächendeckende Ausbau mit Gigabit-Netzen erreicht werden (CDU, CSU und SPD, 2018^[16]). Dazu hat sie eine Reihe öffentlicher Förderprogramme für den Breitbandausbau aufgelegt. Rund 11 Mrd. EUR sollen zwischen 2016 und 2030 im Rahmen des Bundesförderprogramms zum Breitbandausbau zur Verfügung gestellt werden. 70 % davon stammen aus dem für den Ausbau mit Gigabit-Netzen errichteten Sondervermögen „Digitale Infrastruktur“, das größtenteils aus den Erlösen der Frequenzauktion von 2019 in Höhe von 6,6 Mrd. EUR gespeist wird (die bis 2030 in Raten gezahlt werden sollen). Zusätzliche Mittel in Höhe von ungefähr 11 Mrd. EUR werden von den Bundesländern zur Verfügung gestellt.

Bisher wurde allerdings nur ein geringer Anteil der verfügbaren Mittel des Bundesförderprogramms ausgezahlt: nur 750 Mio. EUR bis September 2020. Einer der Gründe für Verzögerungen bei der Auszahlung der Mittel ist das deutsche Zwei-Stufen-System für die Gewährung und Abrufung von Fördermitteln. Nach diesem System muss die zuständige Behörde zunächst einen vorläufigen Zuwendungsbescheid ausstellen. Die Auszahlung der Mittel erfolgt immer erst, wenn zuvor festgelegte Bauabschnitte erreicht wurden, was häufig sehr lange dauert. Deutschland hat Maßnahmen ergriffen, um diesen Prozess zu verbessern, u. a. mit einer Fokusgruppe, die die Vorhaben beschleunigen soll, und einer für das Projektmanagement zuständigen Bundesagentur. Das Zwei-Stufen-System sollte aber weiter vereinfacht werden. Das beinhaltet auch eine Verringerung des Verwaltungsaufwands, um kleineren Anbietern die Teilnahme zu erleichtern. Zudem werden die Mittel erst zu einem sehr späten Zeitpunkt im Verfahren ausgezahlt, was eine zusätzliche Hürde darstellen kann, da der Netzausbau sehr kapitalintensiv ist. Die Bundesregierung könnte diese Praxis prüfen, um sicherzustellen, dass das Förderprogramm stärker in Anspruch genommen wird.

Verwaltungs- und Wegerechtsverfahren straffen, um den Ausbau der Festnetzinfrastruktur zu beschleunigen

Ein weiterer Grund für den unzureichenden Infrastrukturausbau sind möglicherweise die langen Verwaltungsverfahren, insbesondere für die Vergabe von Wegerechten. Mit dem Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) wurde die Richtlinie 2014/61/EU zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation (Kostensenkungsrichtlinie der EU) in nationales Recht umgesetzt. Ziel des Gesetzes ist die Beschleunigung des Netzausbaus und die Reduzierung der anfallenden Kosten. Die Bearbeitungszeiten für die beim Wegebaulastträger gestellten Anträge betragen aber noch immer drei bis vier Monate, was die Gesamtgenehmigungsdauer für die Wegerechte verlängert und so den Netzausbau verzögert.

Außerdem sind die Genehmigungsverfahren nicht abgestimmt und häufig müssen verschiedene Stellen ihre Zustimmung geben. Im Kontext der bevorstehenden Novelle des Telekommunikationsgesetzes sieht Deutschland zwar Maßnahmen zur Beschleunigung der Genehmigungsverfahren vor, doch sollten weitere Schritte unternommen werden, um die Dauer der Genehmigungserteilung zu verkürzen und die Wegerechtsverfahren zu vereinfachen. Dabei sollte den Aufgaben der auf den verschiedenen Ebenen zuständigen Stellen Rechnung getragen werden. In Spanien beispielsweise prüft das Ministerium für Energie, Tourismus und Digitale Agenda im Rahmen regelmäßiger Berichte, ob die Verwaltungsinstrumente der Gemeinden mit dem spanischen Telekommunikationsgesetz in Einklang stehen.

Engpässe bei Tiefbauarbeiten, wie sie in den „Zentralen Erkenntnissen für die Politik“ beschrieben werden, spielen ebenfalls eine entscheidende Rolle. Privaten Unternehmen wie auch Gemeinden fällt es oft schwer, die Baumaßnahmen rechtzeitig in Auftrag zu geben. Manchmal behindert dies sogar die Beantragung von Fördermitteln, da die Ausbaufristen nicht eingehalten werden können. Ein weiterer Grund für den langsamen Glasfaserausbau ist möglicherweise auch die mangelnde Bereitschaft zur Nutzung alternativer Verlegetechniken, wie Mikrotrenching, eine Technik, bei der die Verlegung in reduzierter Tiefe erfolgt. Das DigiNetz-Gesetz lässt Mikrotrenching zwar zu, diese Option kommt aber selten zum Einsatz. Maßnahmen, die die Nutzung alternativer Verlegetechniken erleichtern sollen, sind in der bevorstehenden Novelle des Telekommunikationsgesetzes vorgesehen.

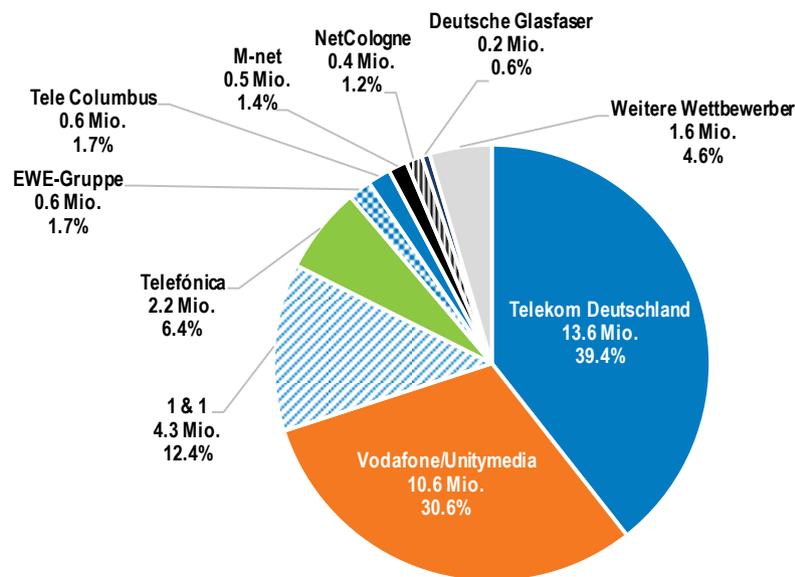
Mehr Wettbewerb am Festnetz-Breitbandmarkt könnte hochwertiges Breitband fördern

Ein weiterer Erklärungsfaktor für den geringen Anteil an schnellen Internetanschlüssen ist möglicherweise, dass die Kosten die Take-up-Quoten reduzieren. Im Vergleich zu anderen Ländern sind Festnetz-Breitbandanschlüsse in Deutschland relativ teuer. Im Juni 2020 zahlten Internetkunden in Deutschland für einen Anschluss mit mindestens 100 Mbit/s (360 GB) pro Monat 43 USD (KKP), gegenüber 36 USD (KKP) in Frankreich, 38 USD (KKP) in Italien und 40 USD (KKP) in Schweden (Strategy Analytics, o.J.^[17]).

Vergleichsweise hohe Preise spiegeln häufig die Wettbewerbslage in einem Land wider. Mit der Übernahme der Geschäftstätigkeit von Liberty Global's (Unitymedia) in Deutschland durch Vodafone 2019 erfährt die Wettbewerbslandschaft derzeit signifikante Veränderungen. Die Fusion könnte eine Erhöhung der Netzgeschwindigkeiten zur Folge haben, da Vodafone die bestehenden Kabelleitungen möglicherweise aufrüsten wird, was wiederum Anreize zur Verstärkung des Glasfaserausbaus schaffen könnte. Darüber hinaus könnte die Fusionsauflage, Telefónica Zugang zum Kabelnetz von Vodafone zu gewähren, es Telefónica ermöglichen, durch Angebotspakete mit schnellem Internet für Konkurrenz zu sorgen. Allerdings vereinen die Deutsche Telekom und Vodafone nunmehr mehr als 70 % der Festnetz-Breitbandverbindungen auf sich, wobei der Kundenanteil von Telekom Deutschland allein nahezu 40 % beträgt (Abbildung 2.5). Daher ist es wichtig, dass die zuständigen Behörden die Wettbewerbsdynamik am Markt für Festnetz-Breitbanddienste weiter genau beobachten. Außerdem kann der Wettbewerb bei der Internetversorgung von Mehrfamilienhäusern erhöht werden.

Abbildung 2.5. Hohe Marktkonzentration bei Festnetz-Breitbandanschlüssen in Deutschland

Marktanteile im Festnetz-Breitbandbereich nach Anzahl der Endkunden, Juli 2019



Quelle: VATM (2019_[18]).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201021>

Die derzeitige Gesetzeslage in Deutschland ermöglicht es Wohnungsbaugesellschaften und anderen Immobilieneigentümern, bilaterale Gestattungsverträge mit Netzbetreibern abzuschließen. Die Mieter müssen dann ein monatliches Entgelt für den Anschluss zahlen. In der Vergangenheit handelte es sich bei diesen Netzbetreibern größtenteils um Kabelanbieter. Dies macht die bestehenden Kabelanschlüsse vergleichsweise attraktiver, da Mieter, die das Angebot anderer Anbieter nutzen wollen, beide Anschlüsse bezahlen müssen. Dies kann wie eine Marktzutrittschürde für andere Telekommunikationsanbieter wirken (Monopolkommission, 2011_[19]). Die betreffende gesetzliche Regelung wurde zwar inzwischen auf andere Anbieter ausgedehnt, begünstigt aber weiterhin die bereits bestehenden Anschlüsse. Eine Abschaffung dieser Regelung würde die Kosten des Anbieterwechsels für die Kunden verringern und den Wettbewerb unter den Netzbetreibern erhöhen.

Um den Wettbewerb weiter zu fördern und zugleich die Installationskosten zu reduzieren, könnte Deutschland ein Infrastruktur- und (Kosten-)Sharing bei der Glasfaserinstallation in Mehrfamiliengebäuden fördern.

In Frankreich ist die Gesetzeslage derzeit beispielsweise so, dass Unternehmen, die Inhausglasfaserverkabelungen vornehmen, symmetrische Auflagen erfüllen müssen: Netzbetreiber, die ein Gebäude mit einem Glasfasernetz ausgestattet haben, müssen „angemessenen“ Zugangsanträgen anderer Netzbetreiber stattgeben.² In einer Vereinbarung werden die technischen und finanziellen Zugangsbedingungen zwischen den Parteien festgehalten. Jede Zugangsverweigerung ist zu rechtfertigen (Gouvernement de la République française, 2019^[20]).

Um den Wettbewerb weiter zu fördern, sollte Deutschland auch die gemeinsame Nutzung von passiven Netzelementen, wie Leerrohren und Verteilerkästen, erleichtern und für eine transparentere Kommunikation über vorhandene passive Infrastrukturelemente, insbesondere Leerrohre, sorgen. In Deutschland soll diese Transparenz mithilfe des Infrastrukturatlas erreicht werden. Dieses zentrale Informationstool könnte aber an Attraktivität gewinnen, wenn es vollständig digitalisiert, einfach zugänglich und öffentlich verfügbar gemacht würde. Vorteilhaft wären auch ergänzende Funktionen wie Georeferenzierung und direkte Preisangaben für die Mitnutzung vorhandener Infrastrukturen. Die bevorstehende Novelle des Telekommunikationsgesetzes, die die Einrichtung eines zentralen Informationssystems vorsieht, bietet die Chance, den aktuellen Infrastrukturatlas zu überarbeiten und seine Unzulänglichkeiten zu beheben. Mexiko hat ein derartiges Informationssystem eingerichtet, um das Infrastruktur-Sharing und den Infrastrukturausbau zu fördern (Kasten 2.2). In Ländern wie Frankreich, Spanien und Portugal hatte ein verbesserter Zugang zu Leerrohren positive Auswirkungen auf die Zahl der Glasfaser-Hausanschlüsse. Zudem könnten Telekommunikationsanbieter zu gemeinsamen Investitionen mit anderen Infrastrukturanbietern, beispielsweise Stadtwerken, ermutigt werden. Strategien vom Typ „Nur einmal buddeln – dann aber richtig“ oder die gemeinsame Nutzung von Leerrohren können die Effizienz steigern und die Kosten des Infrastrukturausbaus senken.

Kasten 2.2. Erhöhung der Transparenz für den Infrastrukturausbau in Mexiko

In Mexiko hat das Kommunikations- und Verkehrsministerium (SCT) eine behördenübergreifende Vereinbarung getroffen, der zufolge Lizenznehmer, Lizenzinhaber und Infrastrukturentwickler nahezu 110 000 staatseigene passive Infrastrukturelemente für Telekommunikationsnetze unter diskriminierungsfreien, gleichberechtigten und nicht exklusiven Zugangsbedingungen (gemeinsam) nutzen können. Die Informationen zu den einzelnen Infrastrukturelementen, darunter ihr georeferenzierter Standort ebenso wie physikalische, wirtschaftliche, technische, Sicherheits- und Betriebsbedingungen und ihr Marktwert werden auf der Online-Plattform ARES veröffentlicht, die vom Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN) betrieben und verwaltet wird. Interessierte Akteure können die Plattform als Suchmaschine verwenden und ihr Interesse an bestimmten Bauten bekunden. INDAABIN fungiert als zentrale Anlaufstelle für alle Anträge. Abgesehen von den 110 000 Bundesgebäuden können auch andere interessierte öffentliche Einrichtungen, beispielsweise auf kommunaler Ebene, die die notwendigen technischen Voraussetzungen erfüllen, ins Portal aufgenommen werden und sich dort vorstellen.

Mobilnetzabdeckung und -qualität verbessern

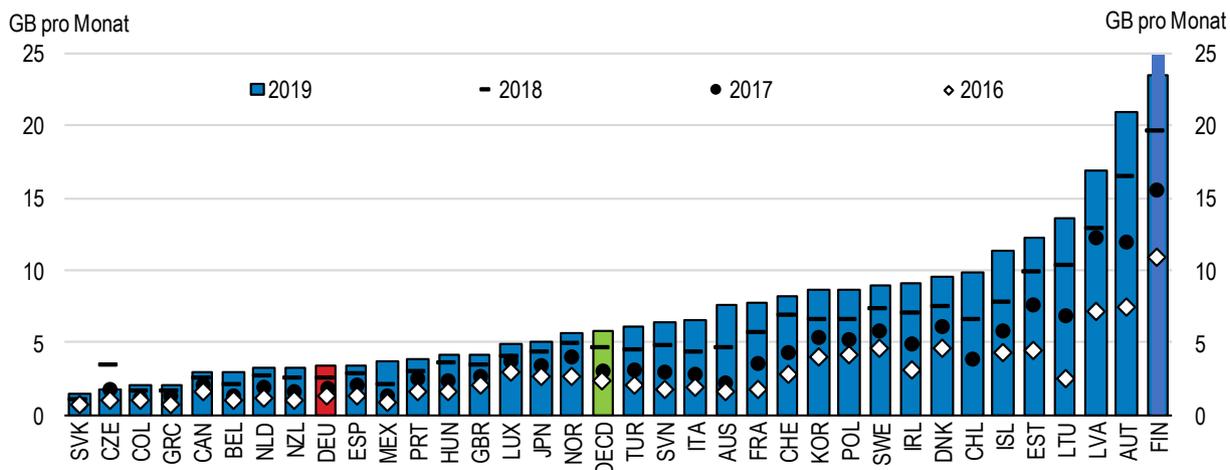
Deutschland ist bei Breitbandanschlüssen, Datenübertragungsgeschwindigkeiten und Datennutzung im Mobilbereich im Rückstand

Obwohl mobile Breitbanddienste in den letzten Jahren ganz entscheidend zur Verbesserung der Internetversorgung in Deutschland beigetragen haben, liegt die Zahl der Anschlüsse weit unter dem OECD-Durchschnitt. In Deutschland kommen 87 mobile Breitbandanschlüsse auf 100 Einwohner, im OECD-Durchschnitt sind es 114,5. Auch im Bereich der mobilen Datennutzung ist Deutschland hinter den OECD-Durchschnitt zurückgefallen (Abbildung 2.6). Der geringe Datenkonsum kann mit im Vergleich zu anderen Ländern hohen Preisen für mobile Datenpakete mit größerem Datenvolumen und mit Preisunterschieden

zwischen mobilen Datenpaketen der dritten Generation (3G) und der vierten Generation (4G) zusammenhängen. Im Mai 2020 zahlten Mobilfunkkunden in Deutschland etwa 34 USD (KKP) für 10 GB Datenvolumen (inkl. 900 Anrufe), während sie in Spanien 22 USD (KKP), in Frankreich 24 USD (KKP), in Italien 27 USD (KKP) und in Schweden 29 USD (KKP) zahlten (Strategy Analytics, o.J.^[17]).

Abbildung 2.6. Datenverbrauch der Breitbandmobilfunkkunden in Deutschland geringer als im OECD-Durchschnitt

Mobile Datennutzung je mobilem Breitbandanschluss, 2019



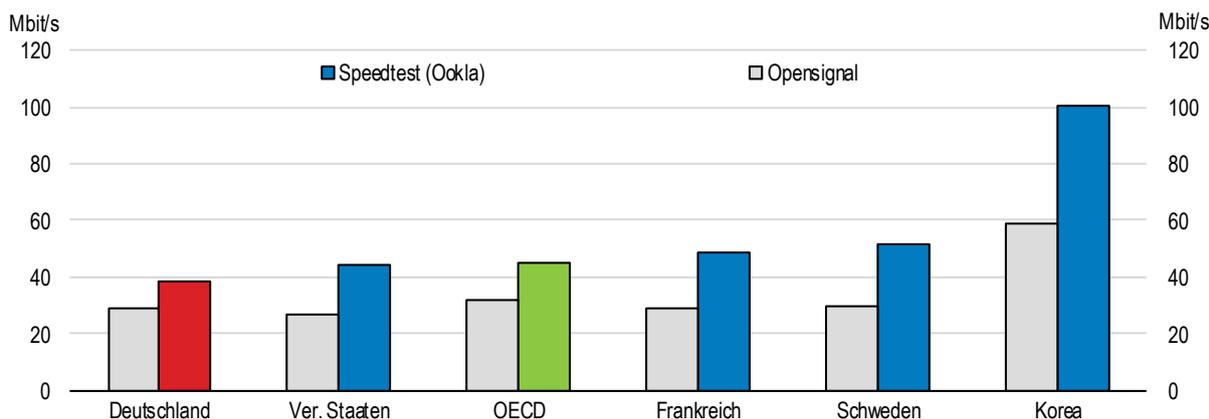
Anmerkung: Terabyte werden mit dem Multiplikator 1024 in Gigabyte umgerechnet. Das Gesamt-Gigabyte-Volumen wird durch die jahresdurchschnittliche Zahl der mobilen Breitbandanschlüsse dividiert. Australien: Die Daten ab Dezember 2018 werden von einer neuen Stelle nach einem anderen Verfahren erfasst. Die Angaben ab Dezember 2018 weisen einen Reihenbruch auf und sind daher nicht mit den Daten zu Breitbandindikatoren vergleichbar, die Australien zuvor an die OECD übermittelt hat. Die Daten für Kanada und die Schweiz sind vorläufig. Der OECD-Durchschnitt enthält Schätzungen.

Quelle: OECD Broadband Portal, <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics>.

StatLink <https://doi.org/10.1787/888934201040>

Abbildung 2.7. Deutschland im Bereich der mobilen Download-Geschwindigkeiten gegenüber vergleichbaren Ländern im Rückstand

Durchschnittliche Download-Geschwindigkeit in LTE-Netzen für ausgewählte Länder und den OECD-Raum insgesamt, 2020



Anmerkung: Die Speedtest-Daten (Ookla) sind von Mai 2020. Die Opensignal-Daten beziehen sich auf die durchschnittliche Download-Geschwindigkeit in LTE-Netzen im Zeitraum 1. Januar bis 30. März 2020.

Quelle: Speedtest (Ookla), www.speedtest.net/global-index, Opensignal, <https://www.opensignal.com/reports/2020/05/global-state-of-the-mobile-network>.

StatLink <https://doi.org/10.1787/888934201059>

Auch im Bereich der Qualität der Mobilfunknetze ist Deutschland in Rückstand geraten. Nach Angaben von zwei verschiedenen Anbietern von Internet-Geschwindigkeitstests, die unterschiedliche Aspekte der mobilen Internetanschlüsse betrachten und unterschiedliche Messungen vornehmen, liegt die durchschnittliche Download-Geschwindigkeit in LTE-Netzen in Deutschland unter dem OECD-Durchschnitt. Außerdem sind nicht einmal für alle Teile Deutschlands Download-Geschwindigkeiten für LTE-Netze verfügbar, da „weiße Flecken“ ohne Netzabdeckung (d. h. Funklöcher) oder nur mit 2G-Netz in Deutschland nach wie vor weitverbreitet sind (Breitbandmessung.de, o.J.^[21]).

Rasche Umsetzung der nationalen Mobilfunkstrategie sicherstellen und Verfahren der Wegerechtsvergabe für die Mobilinfrastruktur straffen

Deutschland hat sich auch im Bereich der Mobilfunkversorgung ehrgeizige Ziele gesetzt. Die zwischen dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und Mobilfunknetzbetreibern auf dem Mobilfunkgipfel 2018 unterzeichneten Verträge zielen darauf ab, dass bis Ende 2020 99 % der Haushalte bundesweit und bis Ende 2021 99 % der Haushalte in allen Bundesländern LTE-Empfang haben (BMVI, 2019^[22]). Ziel der Ende 2019 veröffentlichten deutschen Mobilfunkstrategie ist es, Mobilfunklücken im LTE-Netz zu schließen und Deutschland zum Leitmarkt für die 5. Mobilfunkgeneration (5G) zu entwickeln (BMVI, 2019^[23]). Aufgrund der Corona-Pandemie plant die Bundesregierung, zusätzliche 5 Mrd. EUR in den Aufbau eines flächendeckenden 5G-Netzes in ganz Deutschland zu investieren (BMF, 2020^[24]).

All diese Initiativen sind begrüßenswert. Um die Ziele der Strategie zu erreichen, kommt es aber entscheidend darauf an, Maßnahmen zur Verbesserung des Zugangs zu öffentlichen Standorten zügig und effektiv umzusetzen, Genehmigungsverfahren zu beschleunigen und den Zugang zu Informationen über den Infrastrukturausbau zu erleichtern. Maßnahmen wie die Änderung des Bundesfernstraßengesetzes, die die Mindestabstandsregelungen für Mobilfunkmasten von Autobahnen aufhebt, sind zu begrüßen. Dennoch nimmt das Gesamtverfahren für den Bau eines Mobilfunkmasts derzeit 2-2,5 Jahre in Anspruch. Zu Verzögerungen kommt es in den meisten Fällen bei der Standortbestimmung und dem Standorterwerb für den Mastenbau (OECD, 2019^[25]). Wie bereits erwähnt, könnte Deutschland seinen Infrastrukturatlas verbessern, um die Ermittlung verfügbarer öffentlicher Standorte zu erleichtern.

Der erfolgreiche Markteintritt eines vierten Netzbetreibers hängt von einem National-Roaming-Abkommen ab

Die 2019 veranstaltete Auktion für 5G-Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz hat den Weg geebnet für den Ausbau des 5G-Netzes in Deutschland. Die Deutsche Telekom erhielt zwar den größten Anteil des Mobilfunkspektrums, doch auch der Neueinsteiger 1&1 Drillisch konnte Spektrum erwerben. Damit könnte er die Konkurrenz am deutschen Mobilmarkt deutlich beleben. Die Auktion war an Versorgungsaufgaben geknüpft, die die Netzabdeckung erheblich verbessern und die Netzgeschwindigkeit erhöhen könnten. Hierzu zählt die Verpflichtung jedes Netzbetreibers, bis Ende 2022 mindestens 98 % der Haushalte je Bundesland, alle Bundesautobahnen, alle wichtigen Bundesstraßen sowie die wichtigsten Schienenwege mit einer Datenrate von mindestens 100 Mbit/s zu versorgen. Zusätzlich sind bis Ende 2022 je Betreiber 1 000 5G-Basisstationen und 500 weitere Basisstationen in „weißen Flecken“ zu errichten. Bis Ende 2024 soll die 5G-Versorgung dann auf Seehäfen, die wichtigsten Wasserstraßen und alle übrigen Straßen und Schienenwege ausgedehnt werden (Tomás, 2019^[26]).

Der Markteintritt eines vierten Netzbetreibers kann dem deutschen Mobilfunkmarkt einen deutlichen Innovations- und Wettbewerbsschub verleihen, wie dies in anderen OECD-Ländern (wie Chile und Frankreich) zu beobachten war, als ein vierter Netzbetreiber in den Markt einstieg. Im Vergleich zu anderen europäischen Telekommunikationsmärkten wie Frankreich und Finnland zeichnet sich der deutsche Mobilfunkmarkt gegenwärtig durch weniger innovative Vertragsangebote aus. In anderen europäischen Ländern gibt es beispielsweise mehr „Roam like at home“-Verträge, Angebote mit unbegrenztem Datenvolumen

oder flexiblere Vertragslaufzeiten. Hinzu kommt, dass keiner der drei aktuellen Mobilfunknetzbetreiber einen mobilen Postpaid-Vertrag mit einer Vertragsdauer von weniger als 24 Monaten anbietet.

Damit der vierte Netzbetreiber den Wettbewerb am Mobilfunkmarkt merklich steigern kann, ist es wichtig, dass er ein National-Roaming-Abkommen mit einem der drei bestehenden Mobilfunknetzbetreiber abschließt, wie dies beim Markteintritt von Iliad Free in Frankreich der Fall war. Außerdem muss der vierte Netzbetreiber berücksichtigt werden, wenn aktuelle Spektrumlizenzen auslaufen, vor allem in der Bandbreite unterhalb von 1 GHz. Die bestehenden Spektrumlizenzen sollten nicht automatisch verlängert werden, da dies die Wettbewerbssteigerung untergraben würde, die durch den Markteintritt des vierten Anbieters erzielt werden kann. Wichtig ist zudem, die gemeinsame Nutzung passiverer Netzelemente zu erleichtern und zu fördern, weil dies effektive Kostensenkungen ermöglicht, vor allem in ländlichen und abgelegenen Gebieten. Sollte Deutschland auch eine gemeinsame Nutzung aktiver Netzelemente ins Auge fassen, sollte über geeignete Maßnahmen zur Aufrechterhaltung eines angemessenen Niveaus an Wettbewerb in der mobilen Kommunikationsinfrastruktur nachgedacht werden.

Für den 5G-Ausbau müssen die Netzbetreiber die Backhaul-Kapazität mit Glasfaseranbindungen verbessern und erweitern

Eine wichtige Voraussetzung für einen weiträumigen 5G-Ausbau besteht darin, mobile Backbone-Netze stärker mit Glasfaserkabeln auszustatten und Mobilfunkbasisstationen und -zellen an Glasfaserleitungen anzubinden, um den Offload von mobilem Datenverkehr auf Festnetze zu ermöglichen. Nicht alle Mobilfunkzellen und -masten sind derzeit an Glasfasernetze angeschlossen. Es steht zu erwarten, dass alle deutschen Netzbetreiber den Glasfaseranteil in ihren Netzen erheblich ausbauen müssen, um die Ziele der Mobilfunkstrategie zu erreichen und 5G-Netze zu ermöglichen.

Seit November 2019 teilt die Bundesnetzagentur auch lokale Frequenzlizenzen für 5G-Campusnetze zu, die es großen Konzernen ermöglichen, ihre eigenen privaten Netze im Frequenzbereich 3,7-3,8 GHz zu betreiben. An diesen Frequenzen interessierte Bewerber gaben an, sie für Automatisierungsprozesse sowie in der Landwirtschaft nutzen zu wollen. Dies könnte deutschen Unternehmen zwar helfen, ihre Produktionseffizienz zu steigern, wichtig ist aber, dass alle verfügbaren Frequenzen den Nutzern so rasch wie möglich zugeteilt werden. So kann beurteilt werden, welche Frequenzbereiche möglicherweise nicht genutzt werden, und ein Plan für ihre effektive Nutzung erstellt werden. Bis September 2020 wurden 78 Anträge auf Frequenzzuteilung gestellt und 74 Zuteilungen erteilt (Bundesnetzagentur, 2020_[27]).

2.3. Die Voraussetzungen für den digitalen Wandel in den Unternehmen verbessern

Schnelles und erschwingliches Breitbandinternet ist eine wesentliche, aber keine hinreichende Bedingung für einen erfolgreichen digitalen Wandel in den Unternehmen. Breitband gilt als Allzwecktechnologie (Bresnahan, T. und M. Trajtenberg, 1995_[28]), die Produktivität und Wirtschaftswachstum fördert (Czernich et al., 2011_[29]; Rohman, I. und E. Bohlin, 2012_[30]). Für viele Unternehmen ist schnelles Breitbandinternet heute unerlässlich, vor allem in wissensintensiven Branchen. Dies zeigt sich nicht zuletzt an der entscheidenden Rolle, die Breitbandinternet bei der Ausweitung der Arbeit im Homeoffice während der Corona-Krise zukommt (OECD, 2020_[12]). Um seine Vorteile auszuschöpfen, müssen Unternehmen jeder Größe in allen Sektoren und Regionen allerdings erst ein breiteres Spektrum von IKT-Tools und -Aktivitäten einführen, die kombiniert miteinander die Wettbewerbsfähigkeit verbessern, Innovationen fördern und die Produktivität steigern können (Draca, M., R. Sadun und J. Van Reenen, 2009_[31]; Gal et al., 2019_[4]).

Die Nutzung von schnellem Breitbandinternet in den Unternehmen korreliert im Allgemeinen mit der Einführung anderer IKT-Tools und -Aktivitäten. Tabelle 2.1 enthält Schätzungen zu den Komplementaritäten zwischen den Breitbandanschlüssen der Unternehmen nach Übertragungsrate (ab 30-100 Mbit/s oder ab 100 Mbit/s) und der Nutzung anderer IKT-Tools und -Aktivitäten in Deutschland. Dank solcher

Tools und Aktivitäten können sich Unternehmen in zunehmend wissensintensiven Volkswirtschaften behaupten, ihre Verfahren optimieren und an digitalen Märkten teilnehmen sowie große Datenmengen erheben, speichern, austauschen und analysieren. Die größte Komplementarität zwischen der Geschwindigkeit der Internetanschlüsse und anderen Informations- und Kommunikationstechnologien besteht in Bezug auf wichtige Tools, die die Nutzung von Daten für die Wertschöpfung ermöglichen, z. B. Cloud-Computing und soziale Medien, sowie Tools, die die Integration in digitale Märkte und die Optimierung von Prozessen ermöglichen, z. B. E-Sales, Kundenbeziehungsmanagement (Customer Relationship Management – CRM) und die Planung und Steuerung von Unternehmensressourcen (Enterprise Resource Planning – ERP).

Tabelle 2.1. Unternehmen mit schnelleren Breitbandanschlüssen nutzen mit größerer Wahrscheinlichkeit weitere IKT-Tools und -Aktivitäten

Geschätzte Veränderung der Wahrscheinlichkeit der Nutzung von IKT-Tools und -Aktivitäten in deutschen Unternehmen nach Breitband-Übertragungsrate (in Prozentpunkten)

	ERP	CRM	E-Purchasing	E-Sales	Soziale Medien	Cloud-Computing	BDA
Anschluss mit 100+ Mbit/s	3.32***	3.07***	1.12	4.321***	9.75***	6.85***	3.07**
Anschluss mit 30-100 Mbit/s	1.60*	2.06**	2.57***	2.87***	6.61***	6.96***	-1.20
Beobachtungen/Unternehmen	24685/22316	24593/22241	24857/22467	30126/26511	26330/22724	9488/8546	5821/5821
Erhebungsjahre	2012-2015, 2017	2012, 2014, 2015, 2017	2012-2015, 2017	2012-2017	2013-2017	2014, 2016	2016

Anmerkung: Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten, ohne Finanzbranche. ERP steht für Enterprise Resource Planning (Unternehmensressourcenplanung), CRM für Customer Relationship Management (Kundenbeziehungsmanagement), BDA für Big-Data-Analyse. Diese Tabelle gibt Ergebnisse von OLS-Regressionen auf der Grundlage wiederholt erhobener repräsentativer Umfragedaten zu deutschen Unternehmen für den Zeitraum 2012-2017 wieder. Die abhängigen Variablen entsprechen 100, wenn ein bestimmtes IKT-Tool oder eine bestimmte IKT-Aktivität genutzt wird, und sind gleich null, wenn dies nicht der Fall ist. Die Koeffizienten geben an, wie sich die Wahrscheinlichkeit der Nutzung eines bestimmten IKT-Tools oder einer bestimmten IKT-Aktivität in Prozentpunkten verändert, wenn die Unternehmen über einen Breitbandanschluss mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 30-100 Mbit/s oder 100+ Mbit/s verfügen (verglichen mit einer Basisgeschwindigkeit von <10 Mbit/s). Zusätzlich zu einer Reihe von Kontrollvariablen sind in den Regressionen (außer für Big Data) fixe Jahres-, Kommunal- und Brancheneffekte (Branchen auf vierstelliger Ebene) berücksichtigt. Für Big Data werden fixe Effekte auf Kreis- statt auf Kommunalebene verwendet. Standardfehler sind auf Kommunalebene geclustert (nicht angegeben); ***, ** und * geben die Signifikanz bei 1 %, 5 % bzw. 10 % an. Tabelle A1 im Anhang enthält nähere Einzelheiten.

Quelle: Alipour (erscheint demnächst^[15]).

Die Nutzung von für die datenbasierte Wertschöpfung erforderlichen IKT-Tools und -Aktivitäten in den Unternehmen fördern

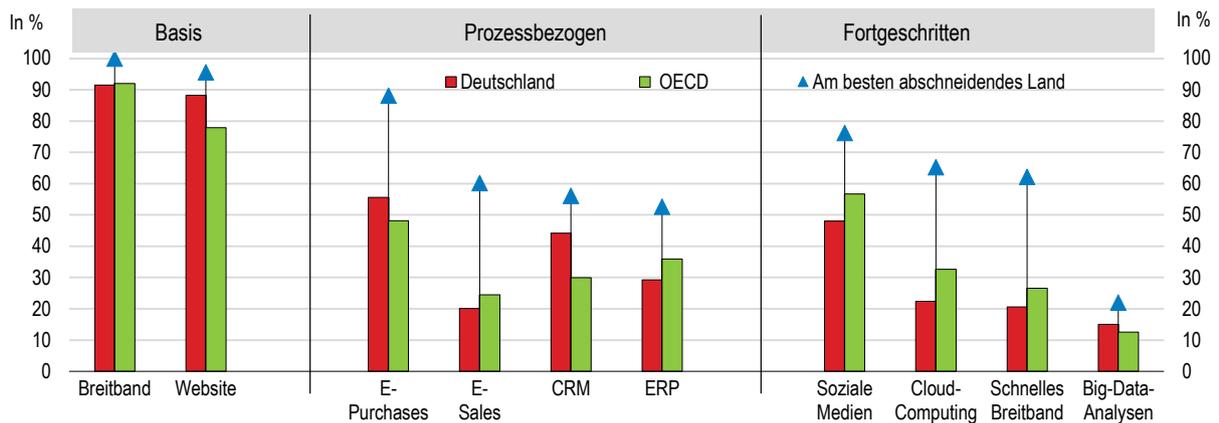
Grundlegende IKT-Tools wie Breitbandanschlüsse und Websites, dank derer Unternehmen Informationen digitalisieren und sich im Internet präsentieren können, sind in Deutschland weitverbreitet. Auch IKT-Tools und -Aktivitäten, mittels derer die Unternehmen ihre Prozesse digitalisieren und optimieren können – beispielsweise CRM –, sind relativ weitverbreitet. Gleiches gilt für 3D-Druck und Roboter, vor allem Industrieroboter in Großunternehmen (OECD, 2019^[32]; Eurostat, o.J.^[33]). Was die meisten prozessbezogenen IKT-Tools und -Aktivitäten betrifft, zählt Deutschland jedoch nicht zu den am besten abschneidenden Ländern im OECD-Raum. In Bezug auf ERP und E-Sales (Abbildung 2.8) sowie auf die E-Commerce-Intensität (E-Commerce im Verhältnis zum Gesamtumsatz) liegt Deutschland sogar unter dem OECD-Durchschnitt (OECD, 2019^[34]).

Für einen umfassenderen digitalen Wandel und datenbasierte Innovationen müssen die Unternehmen neue fortschrittliche IKT-Tools und -Aktivitäten einführen. Hierzu zählen insbesondere solche, die es ihnen ermöglichen, Daten (bzw. große Datenmengen) zu erheben, zu speichern, auszutauschen und zu verarbeiten. Die Unternehmen in Deutschland sind bei der Nutzung der meisten dieser Tools und Aktivitäten deutlich im Rückstand. Dies betrifft insbesondere schnelles Breitbandinternet (ab 100 Mbit/s), Cloud-

Computing und soziale Medien. Der Anteil der Unternehmen, die über schnelles Breitband verfügen oder Cloud-Computing nutzen, ist nicht einmal halb so hoch wie in den Ländern, die auf diesem Gebiet am besten abschneiden (Abbildung 2.8). Im Hinblick auf Big-Data-Analysen (BDA) hat die deutsche Wirtschaft zwischen 2016 und 2018 aufgeholt. Ein allgemeineres Aufholen lässt sich an den überdurchschnittlichen Wachstumsraten bei der Einführung anderer fortgeschrittener IKT-Tools (außer schnellem Breitband) erkennen, die in den vergangenen Jahren verzeichnet wurden. Ein wichtiger Sektor, in dem Deutschland bei der Digitalisierung indessen in Verzug geraten ist, ist das Gesundheitswesen (Kasten 2.3).

Abbildung 2.8. Deutsche Unternehmen bei der Nutzung fortgeschrittener IKT-Tools und -Aktivitäten im Rückstand

In Prozent der Unternehmen, 2019 oder letztes verfügbares Jahr



Anmerkung: Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten, ohne Finanzbranche. ERP steht für Enterprise Resource Planning (Unternehmensressourcenplanung) und CRM für Customer Relationship Management (Kundenbeziehungsmanagement); schnelles Breitband bezeichnet Anschlüsse mit einer Übertragungsrate von 100+ Mbit/s.

Quelle: OECD ICT Access and Usage by Businesses (Datenbank).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201078>

Die Unternehmen sind vor allem bei der Nutzung von Cloud-Computing im Rückstand. Cloud-Computing kann für die fortgeschrittene Prozessoptimierung sowie zahlreiche datenintensive Anwendungen in den Unternehmen verwendet werden. Der Anteil der Unternehmen in Deutschland, der Cloud-Computing nutzt, ist über 40 Prozentpunkte geringer als im am besten abschneidenden Land (Finnland) und liegt 8 Prozentpunkte unter dem OECD-Durchschnitt. Insbesondere mittelgroße Unternehmen bleiben deutlich hinter dem OECD-Durchschnitt zurück (-14 Prozentpunkte). Dies ist überraschend, da kleinere und jüngere Unternehmen in anderen Ländern in der Regel am meisten von Cloud-Computing profitieren. Es gestattet ihnen, den Umfang ihrer digitalen Tätigkeiten verglichen mit herkömmlichen IT-Infrastrukturen deutlich kosteneffizienter und flexibler bei Bedarf zu erhöhen bzw. zu verringern (Bloom, N. und N. Pierri, 2018^[35]). Deutsche Unternehmen sind bei allen Formen des Cloud-Computing in allen Wirtschaftszweigen im Rückstand. Am größten ist der Abstand (alle Unternehmen) im Verarbeitenden Gewerbe (11 Prozentpunkte unter dem OECD-Durchschnitt) sowie im Bereich Verkehr und Lagerei (10 Prozentpunkte unter dem OECD-Durchschnitt).

Kasten 2.3. Digitalisierung des Gesundheitswesens in Deutschland

Der digitale Wandel im Gesundheitswesen bietet für Deutschland großes Potenzial. So könnten beispielsweise elektronische Patientenakten, Telemedizin, elektronische Rezepte und automatisierte Erstattungen hohe Effizienzsteigerungen und Kosteneinsparungen bringen. 2018 wurde dieses Potenzial auf 34 Mrd. EUR (rd. 12 % der Gesundheitsausgaben) geschätzt. Etwa 70 % dieser Gewinne wären durch Digitalisierung der Gesundheitsversorgung, d. h. vor allem in Arztpraxen und Krankenhäusern, zu verbuchen; 30 % würden auf Effekte bei den Krankenversicherungen entfallen (McKinsey, 2018^[36]).

Das deutsche Gesundheitssystem hat sich in der Corona-Pandemie als sehr leistungsstark erwiesen. Dies sollte jedoch nicht von der Tatsache ablenken, dass Deutschland beim digitalen Wandel im Gesundheitswesen inzwischen hinter vielen anderen Ländern hinterherhinkt. So ist Deutschland beispielsweise bei wichtigen Grundvoraussetzungen der Digitalisierung des Gesundheitssektors im Rückstand, vor allem was digitale Dienstleistungen betrifft. Unter den 17 Ländern, die für den Digital-Health-Index der Bertelsmann-Stiftung untersucht wurden, belegt es lediglich Platz 16. In diesem Index sind 13 EU-Mitgliedstaaten, das Vereinigte Königreich und 3 weitere OECD-Länder berücksichtigt. Anders als in Deutschland können die Bürger*innen in Estland und Dänemark Untersuchungsergebnisse und Impfdaten bereits online einsehen, und in Kanada und Israel sind telemedizinische Dienstleistungen inzwischen weitverbreitet (Bertelsmann Stiftung, 2018^[37]).

Die Telemedizin erwies sich im Kontext der Corona-Pandemie als besonders hilfreich, da sie in Zeiten der sozialen Distanzierung die Kontinuität der Versorgung mit bestimmten Leistungen bei gleichzeitiger Verringerung des Infektionsrisikos sicherte (CDC, 2020^[38]). Telemedizin kann auch ganz allgemein die Sicherheit und die Kosteneffizienz steigern und in manchen Fällen zu besseren Gesundheitsergebnissen führen als die herkömmliche Versorgung in Arztpraxen (Oliveira Hashiguchi, 2020^[39]). Trotz der klaren Vorteile entfällt lediglich ein geringer Anteil der Gesundheitsleistungen und -ausgaben in Deutschland auf Telemedizin. 2017 machten weniger als 10 % der Bürger*innen in Deutschland von Telemedizin Gebrauch, gegenüber 18 % im EU-Durchschnitt und nahezu 50 % in Estland und Finnland. Der Anteil der Allgemeinärzte, die elektronische Netzwerke nutzen, um medizinische Daten mit anderen Gesundheitsanbietern auszutauschen, ist ebenfalls niedrig, ebenso wie die Nutzung von E-Rezepten (Europäische Kommission, o.J.^[40]).

Dank der Weiterentwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen in den vergangenen Jahren haben sich die Voraussetzungen für die Digitalisierung des Gesundheitssektors in Deutschland erheblich verbessert. Beispielsweise wurde mit dem E-Health-Gesetz von 2015 eine elektronische Patientenakte (ePA) mit grundlegenden Informationen gesetzlich verankert und ein Fahrplan für den Aufbau einer Telematikinfrastruktur festgelegt. Das Gesetz für mehr Sicherheit in der Arzneimittelversorgung von 2019 erweitert die Möglichkeiten der Telemedizin mittels neuer Regeln für elektronische Rezepte (BMG, 2019^[41]). Mit dem Terminservice- und Versorgungsgesetz wurden die Krankenkassen dazu verpflichtet, bis spätestens 2021 eine elektronische Patientenakte einzuführen (BMG, 2019^[42]), und das Digitale-Versorgung-Gesetz von 2019 bringt zusätzliche Verbesserungen, z. B. im Hinblick auf Online-Videosprechstunden und den sicheren Zugriff auf Gesundheitsdaten (BMG, o.J.^[43]).

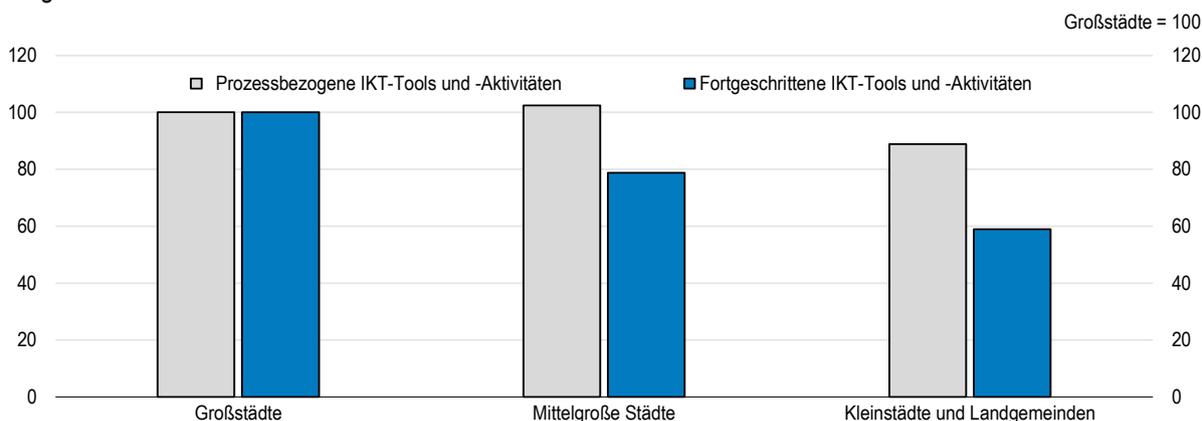
Quelle: Bertelsmann Stiftung (2018^[37]); BMG (2019^[41]); BMG (2019^[42]); BMG (o.J.^[43]); CDC (2020^[38]); Europäische Kommission (o.J.^[40]); McKinsey (2018^[36]); Oliveira Hashiguchi (2020^[39]).

Der Rückstand der Unternehmen bei neueren und fortgeschritteneren IKT-Tools und -Aktivitäten zeigt sich am stärksten außerhalb der Großstädte. Da Deutschland ein föderal und ziemlich dezentral organisierter Staat ist, haben viele wichtige Unternehmen ihren Sitz außerhalb der Großstädte. Dies betrifft insbesondere mittelständische Unternehmen, d. h. kleine und mittlere Unternehmen (KMU, 10-249 Beschäftigte) oder kleinere Großunternehmen (250-3 000 Beschäftigte). Die Nutzung neuerer und fortgeschrittenerer IKT-Tools

und -Aktivitäten in Kleinstädten und Landgemeinden ist um nahezu ein Drittel geringer als in Großstädten (Abbildung 2.9). Prozessbezogene IKT-Tools und -Aktivitäten werden von Unternehmen in kleineren Städten und Landgemeinden hingegen mit fast gleich hoher Wahrscheinlichkeit eingesetzt wie von Unternehmen in Großstädten. Dies steht mit dem Befund im Einklang, dass der Anteil der Unternehmen, die über einen langsameren Internetanschluss (unter 30 Mbit/s) verfügen, in kleineren Städten und ländlichen Gebieten nicht abgenommen hat (Abschnitt 2.2, Abbildung 2.4). Es könnte auch darauf hinweisen, dass prozessbezogene IKT-Tools und -Aktivitäten weniger Bandbreite benötigen als neuere und fortgeschrittenere Tools und Aktivitäten, die den Unternehmen eine datenbasierte Wertschöpfung ermöglichen.

Abbildung 2.9. Unternehmen in kleinen, abgelegenen Orten hinken bei fortgeschrittenen IKT-Tools und -Aktivitäten hinterher

Nutzungsraten (Index) in Deutschland nach Ortsgröße und Art der IKT-Tools und -Aktivitäten, 2017 oder letztes verfügbares Jahr



Anmerkung: Der Index der Nutzungsraten entspricht 100 für Großstädte. Zu den prozessbezogenen IKT-Tools und -Aktivitäten zählen E-Purchasing, E-Sales, Kundenbeziehungsmanagement und Unternehmensressourcenplanung; die Daten beziehen sich auf 2017. Zu den fortgeschrittenen IKT-Tools und -Aktivitäten zählen Cloud-Computing, Big-Data-Analysen und soziale Medien; die Daten beziehen sich auf 2016. Quelle: Alipour (erscheint demnächst^[15]).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201097>

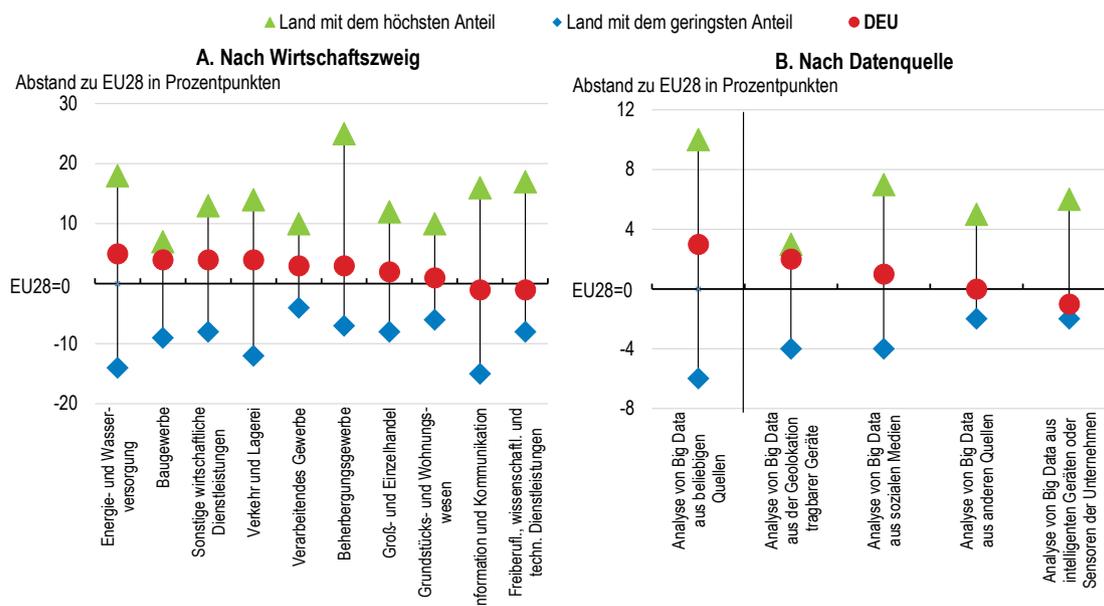
Für die Wertschöpfung auf Basis von Daten, beispielsweise durch datengestützte Innovationen, sind häufig Big-Data-Analysen (BDA) notwendig (OECD, 2015^[44]; Niebel, T., F. Rasel und S. Viète, 2019^[45]). Deutschland hat in den vergangenen Jahren rasch zum OECD-Durchschnitt aufgeschlossen, was den Anteil der Unternehmen betrifft, die BDA durchführen: von 6 % im Jahr 2016 (5 Prozentpunkte unter dem OECD-Durchschnitt) auf 15 % im Jahr 2018 (2 Prozentpunkte über dem OECD-Durchschnitt). Zudem verringerte sich Deutschlands Abstand zum am besten abschneidenden Land im selben Zeitraum von 13 Prozentpunkte auf 7 Prozentpunkte. Bei einem genaueren Blick auf die Nutzung von BDA in den Unternehmen nach Sektor und Datenquelle ergibt sich indessen ein gemischtes Bild. Schlüsselsektoren wie das Verarbeitende Gewerbe und der Verkehr schneiden zwar überdurchschnittlich gut ab, der Abstand zum am besten abschneidenden Land ist jedoch in allen Sektoren weiterhin hoch (Abbildung 2.10, Teil A).

Ein wichtiger Teil des Potenzials, das in den Unternehmen zur datenbasierten Wertschöpfung besteht, dürfte in Deutschland und Europa in der Nutzung unternehmensbezogener, maschinengenerierter Daten im Kontext der Industrie 4.0 liegen. Diese ist in Deutschland für die Automatisierung der Fertigung von strategischer Bedeutung (BMW, 2019^[46]). Unternehmen, die erstmals in digitale Technologien investieren, richten ihr Augenmerk im Allgemeinen stärker auf das Potenzial von Daten – vor allem Daten aus der eigenen Geschäftstätigkeit und den eigenen Maschinen (Bitkom, 2018^[47]). In Deutschland nutzen indessen nur 3 % der Unternehmen von ihren eigenen Sensoren oder Geräten erzeugte Daten für Big-Data-Analysen. Das ist weniger als im EU-Durchschnitt (4 %) (Abbildung 2.10, Teil B) und deutlich weniger als in führenden Ländern

wie den Niederlanden (10 %), Finnland (8 %) und Belgien (7 %). Am häufigsten kommen in deutschen Unternehmen von tragbaren Geräten erzeugte Geolokationsdaten und Daten aus der Nutzung sozialer Medien, bei denen es sich eher um kundenbezogene Daten handeln dürfte, für Big-Data-Analysen zum Einsatz.

Abbildung 2.10. Daten aus Unternehmenssensoren und -geräten werden noch zu wenig für Big-Data-Analysen genutzt

Prozentualer Anteil der Unternehmen, die Big-Data-Analysen durchführen, Abstand zum EU28-Durchschnitt in Prozentpunkten, 2018 bzw. 2016



Anmerkung: Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten, ohne Finanzbranche.

Quelle: Eurostat (o.J.,[33]).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201116>

Die Bundesregierung hat erkannt, dass es dringend nötig ist, die Erhebung, den Austausch und die effektive Nutzung von Daten durch Unternehmen zu fördern. Dies geschieht insbesondere über das Projekt GAIA-X, mit dem die Grundlagen für den Aufbau einer föderierten europäischen Dateninfrastruktur geschaffen werden, um so die Wettbewerbsfähigkeit Europas auf globalen digitalen und datengestützten Märkten zu stärken (Kasten 2.4.). Die Regierung arbeitet auch an einer Datenstrategie, die sich auf vier große Handlungsfelder erstrecken soll: 1. Datenbereitstellung verbessern und Datenzugang sichern, 2. Verantwortungsvolle Datennutzung befördern und Innovationspotenziale heben, 3. Datenkompetenz erhöhen und Datenkultur etablieren, 4. den Staat zum Vorreiter machen (Bundesregierung, 2019^[48]). Entscheidend ist, dass diese Strategie einen wirkungsvollen Data-Governance-Rahmen schafft – insbesondere für einen datengestützten öffentlichen Sektor –, um Datenzugang und Datenbereitstellung zu verbessern. Zudem sollte sie ehrgeizige Zielvorgaben und Maßnahmen enthalten, um den Unternehmen die Erhebung und Nutzung von Daten zu erleichtern. Hierfür kommen beispielsweise Maßnahmen im Hinblick auf Open Data, Datenportabilität und vertragliche Regelungen in Betracht (OECD, 2019^[49]). Australien und Finnland wird unter den OECD-Ländern, die über eine nationale oder sektorspezifische Datenstrategie verfügen bzw. eine solche erarbeiten, eine Vorreiterrolle bescheinigt.

Je mehr Daten die Unternehmen erheben und nutzen, desto wichtiger wird die künstliche Intelligenz (KI) für die datenbasierte Wertschöpfung. An den rasch steigenden KI-Investitionen der vergangenen Jahre zeigt sich, welche hohen Erwartungen in diese Technologien gesetzt werden. Der weltweit größte Teil der

Beteiligungskapitalinvestitionen in KI-Start-ups entfällt auf die Vereinigten Staaten. Der auf China entfallende Anteil steigt allerdings stark. Nach Europa geht indessen nur ein kleiner Anteil. Davon entfallen auf Deutschland lediglich 14 %, hinter dem Vereinigten Königreich mit 55 % (OECD, 2020_[50]). Zur Verbreitung der Nutzung von KI in den Unternehmen, beispielsweise für Datenanalyse, maschinelle Sprachverarbeitung, Bilderkennung und Automatisierung (OECD, 2019_[32]), liegen bisher kaum Zahlen vor. Sie befindet sich wahrscheinlich noch im Frühstadium. Die fortgeschrittensten Nutzer von KI sind in der Regel Großunternehmen, die bereits im Umgang mit IKT-Tools und -Aktivitäten versiert sind – vor allem in der IKT-, der Automobil- und der Finanzdienstleistungsbranche. Allerdings besteht auch in vielen anderen Wirtschaftszweigen großes Potenzial, z. B. im Einzelhandel, in der Medien- und Unterhaltungsbranche sowie im Gesundheits- und im Bildungswesen (MGI, 2017_[51]; OECD, 2020_[52]). Die bereichsübergreifende Einsetzbarkeit von KI trat auch bei der Bekämpfung der Corona-Pandemie zutage, wo sie beispielsweise zum Einsatz kam, um die Entwicklung der Infektionszahlen vorherzusagen oder die medizinische Forschung zu Arzneimitteln und Behandlungsmethoden zu beschleunigen (OECD, 2020_[53]).

Kasten 2.4. GAIA-X: Hin zu einer föderierten Dateninfrastruktur für Europa

GAIA-X ist ein ehrgeiziges Projekt, mit dem in einem gestärkten europäischen digitalen Binnenmarkt eine föderierte und vertrauenswürdige Dateninfrastruktur für Europa aufgebaut werden soll. Das Vorhaben soll für die Datensubjekte, d. h. die Personen, auf die sich die Daten beziehen, ebenso wie für die für die Datenverarbeitung verantwortlichen Stellen von Nutzen sein, indem es Datenaustausch und Innovationen fördert. Der Auftrag lautet, die digitale Souveränität von Wirtschaft, Wissenschaft, Staat und Gesellschaft zu stärken und digitale und datenbasierte Innovationen zu ermöglichen. An dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie vom französischen Wirtschafts- und Finanzministerium ins Leben gerufenen Projekt GAIA-X sind Unternehmen aus beiden Ländern beteiligt – insbesondere Anbieter und Nutzer von Cloud-Dienstleistungen (BMWi, 2019_[54]; BMWi, 2020_[55]). Gegenwärtig wirken Vertreter verschiedener europäischer Länder aktiv mit. Weitere europäische Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sollen folgen.

GAIA-X ist als europäisches digitales Ökosystem konzipiert, das sich auf dreierlei Weise beschreiben lässt. 1. Es ist ein Daten-Ökosystem, das Ontologien für Interoperabilität und Programmierschnittstellen von sektorspezifischen und sektorenübergreifenden Dataspaces im Sinne der EU-Datenstrategie vorantreibt. Dies dürfte die Entwicklung von Smart Services, künstlicher Intelligenz (KI) und Big-Data-Marktplätzen und -Anwendungen fördern. 2. Es ist ein Infrastruktur-Ökosystem, das Dienste auf Basis gemeinsamer Standards ermöglicht. Hieran sind Anbieter von Rechenzentren, Cloud-Lösungen, High Performance Computing (HPC) und sektorspezifischen Cloud- und Edge-Systemen beteiligt. 3. Es bietet Föderations Services für den Betrieb des GAIA-X-Ökosystems nach den Prinzipien von Security by Design und Privacy by Design, um die Einhaltung höchster Sicherheits- und Datenschutzanforderungen zu gewährleisten und gleichzeitig den freien Datenverkehr zu fördern (BMWi, 2020_[56]; BMWi, 2020_[57]).

GAIA-X nimmt auch auf die Initiative für den europäischen Datenraum Bezug, die Teil der europäischen Datenstrategie ist (Europäische Kommission, 2018_[58]; Europäische Kommission, o.J._[59]), deren Ziel die Schaffung eines echten Binnenmarkts für Daten ist. Beispielsweise ist die derzeitige Ausweitung und Optimierung des nationalen Zugangspunkts für Straßenverkehrs- und Mobilitätsdaten im deutschen Mobility Data Space eine Initiative, die der Umsetzung der europäischen Datenstrategie im Mobilitätssektor Impulse verleihen könnte. Hierfür wirbt Deutschland im Rahmen der deutschen EU-Ratspräsidentschaft. Dieser Data Space könnte zur Entwicklung eines gemeinsamen europäischen Mobility Data Space beitragen, der die nationalen Zugangspunkte der teilnehmenden Mitgliedstaaten verknüpft (Europäische Kommission, 2020_[60]).

Quelle: BMWi (2019_[54]); BMWi (2020_[55]); Europäische Kommission (2018_[58]); Europäische Kommission (o.J._[59]); BMWi (2020_[56]); BMWi (2020_[57]); Europäische Kommission (2020_[60]).

Die deutsche KI-Strategie trägt der großen Bedeutung von Daten und KI Rechnung und bündelt eine Reihe von (zumeist bereits existierenden) Initiativen, u. a. in den Bereichen Dateninfrastruktur, Datengovernance und Industriedaten (BMWi, 2019^[46]). Diese Strategie wird zurzeit überarbeitet. Die Umsetzung der Strategie wird durch Investitionen im Umfang von 3 Mrd. EUR gefördert. Bisher wurde aus dem Bundeshaushalt 2019 und 2020 1 Mrd. EUR in zwei bis 2022 bzw. 2023 zu verwendenden Tranchen zugewiesen. Weitere 2 Mrd. EUR sollen über das Corona-Hilfspaket bereitgestellt werden. Große Teile der deutschen KI-Finanzierung zielen auf die wissenschaftliche KI-Forschung ab, wie z. B. im Cyber Valley in Tübingen umgesetzt wird, Europas größtem Forschungskonsortium im KI-Bereich mit Partnern aus Forschung und Industrie. Dies dürfte dazu beitragen, Deutschlands gute Position bei KI-Publikationen und -Patenten zu stärken (OECD, 2019^[32]; Baruffaldi et al., 2020^[61]). Neben einer generelleren Förderung von IKT-Tools und -Aktivitäten in Unternehmen sollten zusätzliche Maßnahmen in Erwägung gezogen werden, um die Einführung von KI in Unternehmen zu fördern (Kasten 2.5; Abschnitte 2.3 und 2.4).

Kasten 2.5. Die Nutzung von IKT-Tools und -Aktivitäten in Unternehmen fördern

Die Nutzung von IKT-Tools und -Aktivitäten in den Unternehmen lässt sich durch verschiedene Arten von Politikinstrumenten fördern. Am üblichsten sind direkte Finanzhilfen, gefolgt von indirekten Finanzhilfen und anderen Maßnahmen wie z. B. Orientierungshilfen zum geltenden Rechtsrahmen oder Reallaboren.

Zu den Finanzhilfen zählt beispielsweise die Direktförderung der Nutzung von IKT-Tools in den Unternehmen, z. B. von Cloud-Diensten (Korea), Big Data (Portugal), digitalen Beratungstools und digitalen Kompetenzen (Dänemark, Slowenien). Zu den indirekten Finanzhilfen zählen beispielsweise Steuergutschriften und andere Erleichterungen für IKT-Investitionen (Brasilien, Japan) und Subventionen für Kreditinstitute, um die Kreditvergabe zu Vorzugskonditionen für Unternehmen in prioritären Sektoren zu erleichtern, die in digitale Produkte investieren (Russische Föderation).

Bei den nichtfinanziellen Maßnahmen geht es häufig darum, für die Chancen und Risiken von IKT-Tools und -Aktivitäten zu sensibilisieren. Dies kann beispielsweise durch gezielte Beratung geschehen (Australien, Litauen, Schweden), u. a. zu den für neue Geschäftsmodelle maßgeblichen rechtlichen Regelungen (Türkei), oder durch Erfahrungsaustausch mit „digitalen Champions“ sowie Mentoring-Programme (Portugal, Slowenien). Weitere Maßnahmen sind z. B. Leitlinien und Prüfungen, um sicherzustellen, dass die Rechtsetzung den Anforderungen des digitalen Wandels gerecht wird. So hat beispielsweise Dänemark verbindliche Prüfungen seiner Rechtsvorschriften eingeführt, um sicherzustellen, dass sie neue Geschäftsmodelle ermöglichen, technologieübergreifend systematisch als Testräume zur Erprobung von Innovationen und Regulierung zu etablieren (BMWi, 2020^[62]).

Reallabore stellen eine weitere nichtfinanzielle Maßnahme dar. Sie gestatten es Unternehmen, neue IKT-Instrumente und -Aktivitäten unter realen Bedingungen zu testen, und bieten zugleich die Möglichkeit, die IKT-bezogene Regulierung durch regulatorisches Lernen voranzubringen. Mit seiner Reallabore-Strategie zielt Deutschland darauf ab, Reallabore ressort- und technologieübergreifend systematisch als Testräume zur Erprobung von Innovationen und Regulierung zu etablieren (BMWi, 2020^[62]).

Quelle: OECD (2020^[63]); OECD (2020^[64]); BMWi (2020^[62]).

Die effektive Nutzung von IKT-Tools und Daten durch die Unternehmen ist in allen Wirtschaftszweigen Voraussetzung für Innovationen (OECD, 2019^[65]). Deutschland gilt seit Langem als eines der weltweit führenden Länder in den Bereichen Technologie, Ingenieurwesen und Innovation (Europäische Kommission, 2012^[66]). Im digitalen Zeitalter kann der Innovationsvorsprung vieler deutscher Unternehmen aber nicht mehr als selbstverständlich betrachtet werden. Noch weist Deutschland nach der Eurostat-Erhebung Community Innovation Survey einen hohen Anteil innovativer Unternehmen auf. Dieser Anteil ist zwischen 2008 und 2016 jedoch um über 16 Prozentpunkte zurückgegangen, wohingegen er sich in

den Niederlanden um nahezu 15 Prozentpunkte und in Großbritannien, Finnland und Belgien um über 10 Prozentpunkte erhöht hat. In den beiden letztgenannten Ländern ist der Anteil der innovativen Unternehmen mittlerweile höher als in Deutschland (Duc, C. und P. Ralle, 2019^[67]). Vor diesem Hintergrund kommt den deutschen Initiativen zur Förderung des digitalen Innovationspotenzials der Unternehmen entscheidende Bedeutung zu, nicht zuletzt im Kontext von Industrie 4.0 (BMW, 2019^[68]). Beispiele sind die Hightech-Strategie und die Reallabore-Strategie (BMBF, 2018^[69]; BMW, 2020^[62]). Sie müssen jedoch durch Maßnahmen ergänzt werden, die zentrale Hindernisse überwinden helfen, die einer erfolgreichen digitalen Transformation der Unternehmen im Wege stehen (Abschnitt 2.4). Dies betrifft insbesondere die Förderung von Investitionen in Wissenskapital. Dies ist für Unternehmen jeder Größe in allen Wirtschaftszweigen von überragender Bedeutung, ganz besonders aber für Unternehmen, die die sich mit digitalen Spitzenreitern messen, wie dies im Automobilssektor der Fall ist.

Die Kapazitäten der Automobilindustrie im Bereich datenbasierter Innovationen stärken

Die in der Automobilbranche tätigen Unternehmen müssen ihre Geschäftsmodelle erneuern, um sich die Einnahmen aus dem wachsenden Anteil an digitaler Wertschöpfung in ihren Kernprodukten zu sichern und neuen Marktteilnehmern gegenüber wettbewerbsfähig zu bleiben, zu denen auch Akteure aus anderen Wirtschaftszweigen zählen. Die Automobilindustrie ist Deutschlands größter Industriesektor. Auf sie entfallen rd. 20 % der gesamten Einnahmen des Verarbeitenden Gewerbes und 4,7 % des Bruttoinlandsprodukts (GTAI, 2018^[70]). Die Corona-Krise hat die Nachfrage nach deutschen Autos sinken lassen, und wegen der vorübergehenden Werksschließungen sank die Produktion in den ersten neun Monaten 2020 um ein Drittel gegenüber dem Vorjahreszeitraum (VDA, o.J.^[71]). Dies vergrößert die Herausforderungen, die aufgrund des Welthandels und der Umstellung auf alternative Antriebsstränge, insbesondere elektrische, ohnehin schon bestehen. Vor diesem Hintergrund müssen sich die Automobilunternehmen dem digitalen Wandel an mehreren Fronten gleichzeitig stellen: in Produktion und Innovationstätigkeit, bei ihren Kernprodukten und bei den sich verändernden (urbanen) Mobilitätsstrukturen, die sich auf die Bedeutung und Nutzung von Kraftfahrzeugen sowie die Nachfrage nach ihnen auswirken (ITF, 2019^[72]).

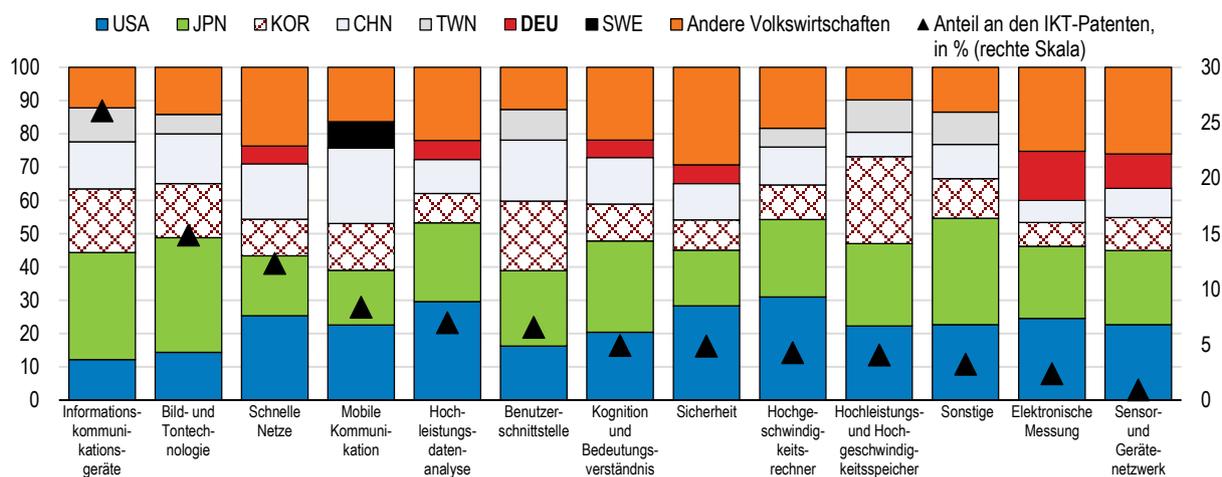
Die deutsche Automobilindustrie ist in Sachen Industrie 4.0 führend und treibt die Digitalisierung von Betriebsabläufen und Lieferketten sowie die Automatisierung der Produktionssysteme voran (Weltwirtschaftsforum, 2016^[73]). Entscheidende Vorteile der Industrie 4.0 sind Verbesserungen bei Kostenstruktur, Qualität und Leistungserbringung. Dies ist u. a. auf eine engere Zusammenarbeit mit den Zulieferern, eine transparente Lagerverwaltung, Just-in-Time- bzw. Just-in-Sequence-Logistik, kürzere Materiallieferzeiten und verbesserte Materialflüsse innerhalb der Produktionsanlagen zurückzuführen (Kern, J. und P. Wolff, 2019^[74]). Während die deutsche Automobilbranche weiterhin großes Augenmerk auf die Digitalisierung von Produktion und Logistik richtet (VDA, 2018^[75]), vollzieht sich bei ihren Kernprodukten – vor allem bei Personenkraftwagen – ein Wandel, der durch rasch voranschreitende digitale und datenbasierte Innovationen angetrieben wird. Ein steigender Anteil des Werts der Fahrzeuge beruht nicht mehr allein im mechanischen, physischen Produkt, sondern im Auto als digitaler Plattform. Durch diesen Wandel gewinnen verbundene Systeme und autonomes Fahren für die Branche an Bedeutung (SAP, 2018^[76]).

Verglichen mit anderen Wirtschaftszweigen in Deutschland schneidet die Kraftfahrzeugindustrie in Bezug auf digitalisierungsspezifische Patente gut ab. Deutschland nimmt bei IKT-Patenten und diesbezüglichen FuE-Ausgaben aber international keine Führungsposition ein. Auf die deutschen Automobilunternehmen entfallen 43 % der Patente in der Gruppe „Elektrische digitale Datenverarbeitung“ der Internationalen Patentklassifikation (IW, 2018^[77]). In Bezug auf eine Reihe von IKT-Patenten ist Deutschland im Vergleich zu den Vorreitern jedoch im Rückstand. Es zählt in weniger als der Hälfte der in Abbildung 2.11 dargestellten IKT-bezogenen Patentkategorien zu den besten fünf. Hingegen sind die Vereinigten Staaten, Japan, Korea und China in all diesen Kategorien führend. In diesen Ländern sind auch die größten Unter-

nehmensinvestoren im Bereich Forschung und Entwicklung (FuE) ansässig, die am stärksten zur Entwicklung KI-bezogener Technologien beitragen (Europäische Kommission und OECD, 2019^[78]). Insgesamt liegt Deutschlands Anteil an IKT-bezogenen Patenten an der Gesamtzahl der IP5-Patente (Patente bei den fünf weltweit wichtigsten Ämtern für den Schutz geistigen Eigentums) sowohl unter dem OECD- als auch dem EU-Durchschnitt. Auch die FuE-Aufwendungen für IKT-Ausrüstungen und Informationsdienstleistungen sind gering (OECD, 2017^[79]).

Abbildung 2.11. Deutschland bei IKT-bezogenen Patenten im Rückstand gegenüber den am besten abscheidenden Ländern

Anteil der fünf jeweils führenden Volkswirtschaften an den Patenten für IKT-bezogene Technologien, 2014-2017



Anmerkung: Die Daten beziehen sich auf IP5-Patentfamilien nach Datum der Erstanmeldung und Herkunftsland der Antragsteller (anteilige Zählung). Die IKT-Patente werden anhand der Liste der IPC-Codes in Inaba und Squicciarini (2017) bestimmt.

Quelle: OECD, *STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database* (Datenbank), <http://oe.cd/ipstats>, September 2020.

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201135>

Eine zentrale Entwicklung im Kraftfahrzeugbereich ist das autonome Fahren, für das IKT-Hardware und -Software erforderlich sind – Produkte, die nicht zu den traditionellen Stärken der deutschen Industrie zählen. Autos der Automatisierungsstufe 4 (die höchste ist Stufe 5) befinden sich bereits im Testbetrieb auf der Straße, und der Absatz von Fahrzeugen dieses Automatisierungsgrads könnte bis 2030 deutlich steigen (McKinsey, 2016^[80]). Zwar sind deutsche Hersteller weltweit Inhaber von 55 % der Patente im Bereich selbstfahrender Fahrzeuge, die Kooperationen der Zulieferer mit mehreren Herstellern könnten jedoch zu einer raschen Verbreitung der Innovationen in diesem Bereich führen, was Deutschlands langfristigen Wettbewerbsvorteil gefährden könnte (Bardt, 2017^[81]). Außerdem ist Software in Europa häufig nicht patentfähig und kann weltweit bei einer kleinen Zahl von Herstellern bezogen werden. Zudem sind die führenden Hersteller wichtiger für das automatisierte Fahren benötigter Hardware-Komponenten, wie z. B. Mikroprozessoren, nicht in Deutschland ansässig (ifo Institut, 2019^[82]). Diese Aspekte könnten die Stärke des deutschen Automobilsektors im Lauf der Zeit unterminieren, wenn die Wertschöpfung in der Branche mehr und mehr auf IKT-bezogenen Innovationen und Produkten beruht.

Das autonome Fahren könnte die Bedeutung zentraler Nutzenversprechen deutscher Premiumfahrzeuge – beispielsweise Fahrdynamik oder Präzisionslenkung – verringern. Dies könnte sich auf die Gewinnspannen der Unternehmen aus dem Verkauf von Premiumwagen auswirken, die in FuE reinvestiert werden können (ifo Institut, 2019^[82]). Die Automatisierung ist für die deutschen Hersteller aber auch eine Chance, innovative Funktionen und Dienstleistungen zu entwickeln, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Autonomes Fahren kann die verschiedenen Entwicklungen im Mobilitätsbereich beschleunigen, die sich

auf die Rolle von Personenkraftwagen in der Wertschöpfungskette auswirken. Eine hohe bzw. vollständige Autonomie könnte den Fahrenden ermöglichen, einen größeren Teil der Fahrzeit auf andere Tätigkeiten als das Fahren zu verwenden, beispielsweise auf Arbeit und Unterhaltung. Damit würde ein noch größerer Anteil des Werts des Fahrzeugs nicht mehr aus dem physischen Objekt als solchem, sondern aus den angebotenen Dienstleistungen und den während der Fahrt erhobenen Daten resultieren. Dies kann für Unternehmen von Vorteil sein, die mehr Segmente der Wertschöpfungskette kontrollieren, wie z. B. Tesla, dessen Geschäftstätigkeit Batteriefertigung, Technologie und Software für das autonome Fahren sowie Direktvertrieb und Versicherungen umfasst (Chen, Y. und Y. Perez, 2018^[83]).

Um aus digitalen Komponenten und Dienstleistungen Wert zu schöpfen und sich die Einnahmen daraus zu sichern, sind Geschäftsmodelle und Kompetenzen erforderlich, die in der Automobilindustrie nicht weitverbreitet sind, z. B. Kompetenzen im Zusammenhang mit Netzwerken, Software und Daten. Diese sind heute eher in etablierten Digitaltechnologieunternehmen konzentriert, von denen viele bereits auf dem Markt für selbstfahrende Kraftfahrzeuge tätig sind (CB Insights, 2020^[84]). Einige von ihnen haben erhebliche Marktanteile erzielt, beispielsweise beim autonomen Fahren (z. B. Waymo), bei Betriebssystemen für Kraftfahrzeuge (z. B. Android Automotive OS) sowie bei Infotainment-Systemen (z. B. Apple CarPlay). Diese neuen Marktteilnehmer können Interoperabilität und Synergien mit anderen digitalen Plattformen schaffen, die sie betreiben, etwa Cloud-Computing. Bei wichtigen Dienstleistungen wie z. B. dem autonomen Fahren müssen die deutschen Automobilunternehmen möglicherweise zunehmend mit ausländischen Unternehmen kooperieren, die über die Fähigkeiten, Expertise und Netzwerke verfügen, die benötigt werden, um Spitzenleistungen bei der datengesteuerten Wertschöpfung zu erzielen.

Die Bundesregierung hat in den vergangenen Jahren verschiedene Initiativen vorgebracht, um den digitalen Wandel in der Automobilindustrie zu fördern. Der Aktionsplan Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der Mobilität von 2018 baut auf der Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren von 2015 auf und bündelt verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Datennutzung, Automatisierung von Fahrzeugen, Vernetzung, Testfelder im Realverkehr, Ethikregeln, Prüfung des Rechts- und Regulierungsrahmens sowie Normung auf internationaler Ebene (BMVI, 2015^[85]; BMVI, 2018^[86]). Auf dem Autobahn-Testfeld auf der A9 findet ein Großversuch statt, bei dem das Augenmerk auf dem automatisierten und vernetzten Fahren sowie den entsprechenden Infrastrukturanforderungen liegt. Auf städtischen Testfeldern in verschiedenen deutschen Großstädten wird die Interaktion zwischen Fahrzeugen, Infrastruktur und anderen Verkehrsteilnehmern erprobt. Wirtschaft und Forschung können so Erfahrungen im Realverkehr in unterschiedlich komplexen Fahrsituationen sammeln. Auf diesen Testfeldern können auch die Bürger*innen das Potenzial der neuen Technologien „anfassbar“ erleben. Zudem liefern sie Erkenntnisse, die als Grundlage für künftige Politikentscheidungen dienen können (BMVI, 2017^[87]). Deutschland beteiligt sich darüber hinaus an zwei wichtigen Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (IPCEI), einem im Bereich Mikroelektronik (1 Mrd. EUR) und einem zur Batterie-Wertschöpfungskette (1,25 Mrd. EUR); außerdem hat es das Förderprogramm „IKT für Elektromobilität“ eingerichtet (BMVI, o.J.^[88]; BMWi, 2018^[89]; Europäische Kommission, 2019^[90]). Im Kontext der Corona-Krise sorgte die Bundesregierung durch die befristete Mehrwertsteuersenkung und die Erhöhung der Kaufanreize für Elektrofahrzeuge für Nachfrageimpulse.

Neben Maßnahmen zur Deckung des Kompetenzbedarfs der Industrie (Abschnitt 6) sollte größeres Augenmerk auf die Normung gelegt werden. Dies gilt vor allem im Hinblick auf das vernetzte und automatisierte Fahren, an dem zahlreiche Technologien und Industriezweige beteiligt sind, was vielschichtige Implikationen für die Interoperabilität hat (VDA, 2018^[75]; NPM, 2020^[91]). Bislang ist Deutschland kein Vorreiter bei der IKT-bezogenen Normung im Bereich vernetztes und automatisiertes Fahren. Dort spielen internationale Normungsgremien und Konsortien eine wichtige Rolle. Die Einrichtung der Arbeitsgruppe 6 der Nationalen Plattform zur Zukunft der Mobilität und Deutschlands Engagement auf europäischer Ebene sind gute Schritte. Das Gleiche gilt auch für Deutschlands Engagement in der Arbeitsgruppe Automatisierte/autonome und vernetzte Fahrzeuge im Rahmen des Weltforums für die Harmonisierung der Regelungen für Kraftfahrzeuge (WP29) der Wirtschaftskommission der Vereinten

Nationen für Europa. Es bedarf jedoch anhaltender Anstrengungen, um gegenüber Ländern wie Japan und China aufzuholen, die in Bezug auf die Nutzung der Normung als strategisches Instrument, um den Stand der Technik und die regulatorischen Rahmenbedingungen zu bestimmen, als führend betrachtet werden (VDA, 2019^[92]). Für die deutsche Automobilindustrie wäre es von Vorteil, wenn sie bei Normungsanstrengungen im Hinblick auf Technologien des autonomen Fahrens in verschiedenen Normungsgremien, Konsortien und Wirtschaftsfeldern strategischer und koordinierter vorgehen würde (OECD, 2017^[93]).

Der digitale Wandel fördert zudem Veränderungen in der Mobilitätsstruktur, die die Rolle, Nutzung und Nachfrage nach Privatfahrzeugen vor allem in Städten verändern dürften. Zu den wichtigsten Entwicklungen, die die Mobilität in den Städten prägen dürften, zählen geteilte Mobilität (Shared Mobility) und autonomes Fahren, die sich beide stark auf IKT stützen. Langfristig könnte sich der innerstädtische Verkehr stärker auf öffentliche Verkehrsmittel und geteilte Mobilitätsangebote verlagern (ITF, 2019^[72]). Weltweit nimmt die Nachfrage nach Privatfahrzeugen zwar immer noch zu, Schätzungen des Weltverkehrsforums zufolge dürfte der stärkste Zuwachs an städtischem Verkehrsbedarf (in Personenkilometern) im OECD-Raum zwischen 2015 und 2030 jedoch bei der geteilten Mobilität verzeichnet werden (15 %, alle Verkehrsträger zusammen). Die Nachfrage nach Privatfahrzeugen könnte hingegen leicht nachgeben. In einem Szenario, in dem die ganze private Pkw-Nutzung durch eine massive Inanspruchnahme von Shared-Mobility-Angeboten in Kombination mit den bereits vorhandenen öffentlichen Verkehrssystemen ersetzt wird, ließen sich die Fahrzeugkilometer und die CO₂-Emissionen gegenüber den gegenwärtigen Mobilitätsstrukturen um 30-60 % verringern (ITF, 2019^[72]).

Ein wichtiger Schritt zur Verbesserung des deutschen Rechtsrahmens für die sich verändernde Mobilität in den Städten ist die gegenwärtig stattfindende Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes, die zu einer Verbesserung der Bedingungen für Ride-Pooling führen kann (BMVI, 2019^[94]). Andere Initiativen sind beispielsweise der von der Bundesregierung aufgelegte mFund, der Investitionen in datenbasierte Innovationen, Forschungsprojekte, KMU und Start-ups im Mobilitätsbereich fördert (200 Mio. EUR im Zeitraum 2016-2020 bzw. 250 Mio. EUR ab 2021), und die Plattform Urbane Mobilität des Verbands der Automobilindustrie, an der wichtige Städte, Automobilunternehmen und Zulieferer teilnehmen und die die Durchführung von Pilotprojekten ermöglichen soll (VDA, 2018^[75]). Mit Blick auf die Zukunft sollten bei strategischen Überlegungen die miteinander verbundenen und zunehmend konvergierenden Trends in den Bereichen automatisiertes Fahren, geteilte Mobilität und alternative Antriebe berücksichtigt werden.

2.4. Entscheidende Hindernisse für einen erfolgreichen digitalen Wandel in den Unternehmen überwinden

Deutschland sollte drei entscheidende Digitalisierungshindernisse angehen. Dies sind 1. der geringe Umfang der Investitionen in IKT und Wissenskapital, die aber unabdingbar für effektive Datennutzung und Innovationen sind, 2. die besonderen Hürden für KMU und 3. die Frage der Cyber-Sicherheit, die viele Unternehmen davon abhält, wesentliche IKT-Tools wie Cloud-Computing zu nutzen.

Investitionen in Wissenskapital ankurbeln

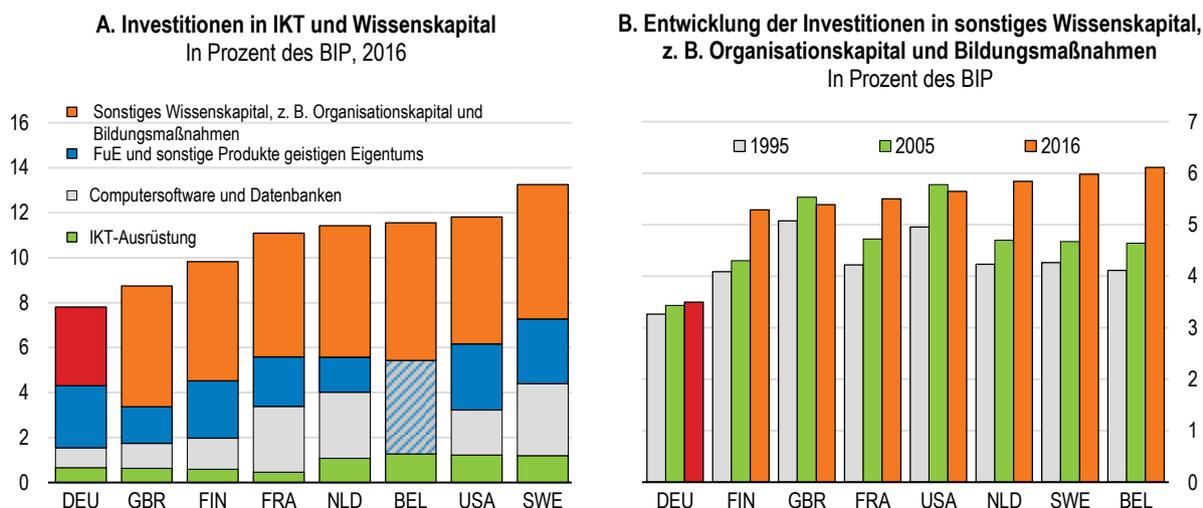
Um das Potenzial des digitalen Wandels für die Innovationstätigkeit und Produktivität zu heben, müssen die Unternehmen nicht nur in IKT-Ausrüstung, sondern auch in Wissenskapital investieren. Hierzu zählen FuE, geistiges Eigentum, Software, Daten, Organisationskapital, Design und Bildungsmaßnahmen (OECD, 2013^[95]). Investitionen in Wissenskapital bewirken in Deutschland erhebliche Produktivitätseffekte, vor allem wenn sie mit Investitionen in materielle Werte einhergehen (DIW, 2017^[96]). Die geringen und nur langsam steigenden Investitionen in Wissenskapital beeinträchtigen jedoch das Innovationspotenzial der deutschen Unternehmen (Bertelsmann Stiftung, 2019^[97]; BDI, 2020^[98]) ebenso wie den Beitrag des Wissenskapitals zum Produktivitätswachstum (OECD, 2018^[3]; Demmou, L., I. Stefanescu und A.

Arquie, 2019^[99]). Dies könnte zudem mit dem geringen Wachstum der wissensintensiven Dienstleistungen in Deutschland verglichen mit anderen Ländern wie dem Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten zusammenhängen (SVR, 2019^[100]).

Die Investitionen in Wissenskapital sind in Deutschland niedrig und im Wesentlichen auf wenige Sektoren und Unternehmen konzentriert. Während die FuE-Investitionen im OECD-Vergleich überdurchschnittlich hoch sind und die Investitionen in IKT-Ausrüstung nahe am OECD-Durchschnitt liegen, betragen die Investitionen in Software und Datenbanken nicht einmal zwei Drittel des OECD-Durchschnitts (OECD, 2019^[32]). Die Investitionen in andere wissensbasierte Vermögenswerte, wie z. B. Organisationskapital und Bildungsmaßnahmen, sind im Verlauf der letzten dreißig Jahre im Vergleich zu den führenden Ländern niedrig geblieben (Abbildung 2.12). Darüber hinaus konzentrieren sich die Investitionen in FuE, Software, Lizenzen und Patente in ein paar größeren Unternehmen in wenigen Sektoren. So erfolgen FuE-Investitionen vor allem im Verarbeitenden Gewerbe (30 % allein in der Automobilindustrie), während 40 % der Software-Investitionen auf den IKT-Sektor entfallen. Die Investitionen in Organisationskapital und Bildungsmaßnahmen sind breiter über die Sektoren gestreut (DIW, 2017^[96]).

Deutschlands Bruttoinlandsausgaben für FuE rangieren zwar im OECD-Vergleich am oberen Ende und haben sich in den vergangenen zehn Jahren erhöht, der Anteil der unternehmensbasierten FuE an der Wertschöpfung im Industriesektor (2,17 %) liegt jedoch unter dem OECD-Durchschnitt (2,54 %) und hat zwischen 2005 und 2015 abgenommen. Bereinigt um die Industriestruktur liegt die FuE-Intensität im Unternehmenssektor aber über dem OECD-Durchschnitt. Dies lässt sich durch die relative Spezialisierung der deutschen Wirtschaft auf FuE-intensive Wirtschaftszweige erklären. Auffallend ist, dass der Anteil der KMU an der unternehmensbasierten FuE weniger als 10 % ausmacht, verglichen mit über 60 % in den zehn Ländern mit dem höchsten KMU-Anteil (OECD, 2017^[79]).

Abbildung 2.12. Die Investitionen in IKT und Wissenskapital sind niedrig



Anmerkung: Für Belgien liegen keine aufgeschlüsselten Daten zu den Produkten geistigen Eigentums vor. Die Schätzungen für das sonstige Wissenskapital basieren auf INTAN-Invest-Daten und decken alle Wirtschaftszweige außer dem Immobiliensektor, der öffentlichen Verwaltung, dem Bildungs- und Gesundheitswesen sowie den privaten Haushalten ab.

Quelle: OECD-Berechnungen auf der Basis von *OECD National Accounts* (Datenbank) und INTAN-Invest-Daten, <http://www.intaninvest.net/>.

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201154>

Ein wichtiges Politikinstrument, um Marktversagen auf dem Gebiet der FuE zu beheben, sind ausgabenbasierte Steueranreize für FuE. Sie machten 2017 55 % der staatlichen Gesamtförderung für unternehmensbasierte FuE im OECD-Raum aus (gegenüber 30 % im Jahr 2000) (OECD, 2020^[101]). Deutschland führte Anfang 2020 Steueranreize für FuE ein. Gefördert werden 25 % der FuE-Aufwendungen bis

zu einer maximalen Bemessungsgrundlage von 2 Mio. EUR pro Jahr; die Gesamtförderung (an direkten und steuerlichen Beihilfen) ist auf 15 Mio. EUR pro Unternehmen gedeckelt (BMF, 2019_[102]). Im Rahmen des Corona-Hilfspakets wurde die Bemessungsgrundlagenhöchstgrenze bis Ende 2025 auf 4 Mio. EUR pro Unternehmen erhöht (BMF, 2020_[103]). Diese Maßnahme dürfte zwar der FuE in KMU zugutekommen, die ursprüngliche Bemessungsgrundlagenhöchstgrenze dürfte jedoch den Effekt dieses Förderinstruments für größere mittelständische Unternehmen – sogenannte Midrange Companies – begrenzen, die wichtige Innovationsträger sind und ein großes FuE-Potenzial aufweisen (ZEW, 2018_[104]; ZEW, 2019_[105]). Die Inanspruchnahme dieses Instruments sollte daher genau beobachtet werden. Darauf aufbauend sollte bei einer erneuten Weiterentwicklung eine Anhebung der Höchstgrenze in Erwägung gezogen und die Rolle der direkten FuE-Förderung berücksichtigt werden (OECD, 2020_[106]). Das Monitoring und eine eventuelle Weiterentwicklung des Instruments sollten auch dem Zusammenspiel mit anderen Instrumenten wie dem „Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand“ (BMW, 2019_[107]; ifo Institut, 2019_[108]) und den derzeit in Planung befindlichen potenziell erweiterten Abschreibungsmöglichkeiten für „digitale Innovationsgüter“ Rechnung tragen.

Wissenskapital selbst kann eine Finanzierung auf Basis der Unternehmensaktiva erschweren, vor allem für KMU. Kreditgeber haben oft große Schwierigkeiten, wissensbasierte Vermögenswerte von KMU als Sicherheiten anzuerkennen, die Bedeutung dieser Vermögenswerte für den Unternehmenserfolg einzuschätzen, sie richtig zu bewerten und sie im Fall eines Zahlungsausfalls zu verwerten (Brassell, M. und K. Boschmans, 2019_[109]). Wenn die Bankfinanzierung eine dominierende Rolle spielt, wie es in Deutschland der Fall ist, kann dieser Umstand Investitionen in Wissenskapital erschweren (OECD, 2019_[110]). Dies könnte mit ein Grund dafür sein, warum bei den Digitalisierungsinvestitionen deutscher Mittelständler die Technologie im Vordergrund steht und 83 % dieser Unternehmen in Technologie investieren, aber nur 64 % in entsprechende Kompetenzen (Europäische Kommission (Hrsg.), 2018_[111]). Deutschland sollte daher prüfen, wie andere Länder mit dieser Frage umgehen. Beispielsweise fördert die französische staatliche Investitionsbank Bpifrance Investitionen in Wissenskapital durch unbesicherte Kredite und Bankkreditbürgschaften, und das französische Wirtschafts- und Finanzministerium richtete eine [Website](#) ein, um Unternehmen und Investoren bei der Entwicklung wissenskapitalintensiver Geschäftsstrategien zu helfen (ATEMIS, DGE und OI, 2018_[112]). Im Vereinigten Königreich fördert das Intellectual Property Office IP-Audits für KMU. Dadurch werden die Strategien der KMU für den Schutz ihres geistigen Eigentums verbessert, außerdem erfolgt eine Sensibilisierung für den Wert des Wissenskapitals (OECD, 2019_[113]).

Die Notwendigkeit, die informations- und finanzierungsbezogenen Hürden für Unternehmensinvestitionen in wissensbasiertes Kapital und IKT zu verringern, sollte auch bei der Überprüfung wichtiger digitalisierungsbezogener Strategien und Politikmaßnahmen wie der „Digitalen Strategie 2025“ und dem Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“ berücksichtigt werden, die diesem Thema zurzeit nicht genügend Aufmerksamkeit schenken (BMW, 2016_[114]; BMW, o.J._[115]). Neben WIPANO, einem Programm für Wissens- und Technologietransfer über Patente und Normen, das die Patentierung und Verwertung von Erfindungen fördert und Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Normung finanziert, und den oben erwähnten Anreizen für FuE-Investitionen sollten weitere Politikmaßnahmen darauf abzielen, die Investitionen der Unternehmen in Software, Datenbanken, Organisationskapital und Bildungsmaßnahmen zu steigern, die verglichen mit anderen Ländern besonders gering ausfallen (Abbildung 2.12). Die bestehenden Programme, die für einige dieser Formen des Wissenskapitals Investitionsanreize bieten, wie z. B. der „ERP-Digitalisierungs- und Innovationskredit“ (KfW, o.J._[116]), könnten ausgebaut werden, indem insbesondere mehr Mittel zur Verfügung gestellt werden.

Den digitalen Wandel im Mittelstand durch stärkere Förderung beschleunigen

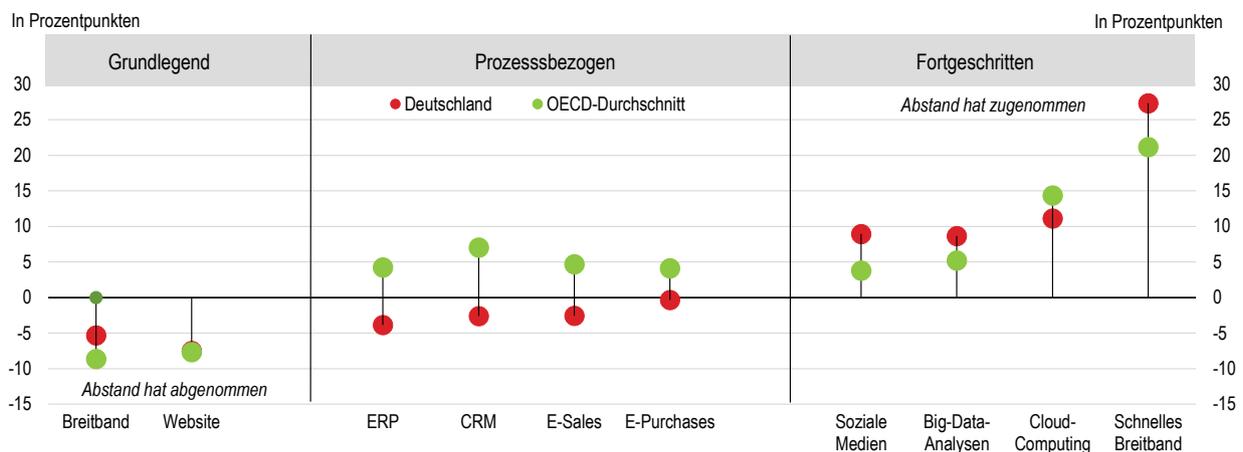
Der Mittelstand ist für die deutsche Wirtschaft von zentraler Bedeutung. Auf einigen internationalen Nischenmärkten sind mittelständische Unternehmen Marktführer, und als vorgelagerte Zulieferer sind sie wichtige Partner größerer multinationaler Konzerne. Deutsche Mittelständler spielen in den Lieferketten

der Automobilindustrie eine Schlüsselrolle und sind für den Großteil des deutschen Außenhandelsüberschusses verantwortlich (VDA, 2018^[75]; OECD, 2019^[117]). Im Kontext der Corona-Krise haben mittelständische Unternehmen in vielen Sektoren gelitten; IT und Telekommunikation zählten jedoch zu den wenigen Wirtschaftszweigen, in denen die Nachfrage stieg, weil beispielsweise mehr im Homeoffice gearbeitet wird (Meffert, J., N. Mohr und G. Richter, 2020^[118]). Um in der zunehmend digitalen und datengesteuerten Wirtschaft wettbewerbsfähig zu bleiben, insbesondere bei pandemiebedingt eingeschränkter Mobilität von Beschäftigten und Kunden, muss der Mittelstand stärker in fortgeschrittene IKT, Wissenskapital und die für einen erfolgreichen digitalen Wandel nötigen Kompetenzen investieren (Abschnitt 2.6).

In den vergangenen Jahren haben die deutschen Mittelständler eine stärkere Digitalisierungsdynamik entfaltet. Gegenüber größeren Unternehmen sind sie jedoch immer noch im Rückstand. Zwischen 2016 und 2018 haben 40 % der Mittelständler – etwa 1,5 Millionen Unternehmen – Digitalisierungsvorhaben erfolgreich abgeschlossen, gegenüber 26 % zwischen 2014 und 2016 (KfW Research, 2020^[119]). Vorreiter bei der Einführung neuerer und fortgeschrittenerer IKT-Tools und -Aktivitäten, die den Unternehmen eine datenbasierte Wertschöpfung ermöglichen, sind allerdings nach wie vor die Großunternehmen. Im OECD-Raum schrumpft der Abstand zwischen großen und kleinen Unternehmen bei der Nutzung grundlegender IKT-Tools, und in Deutschland trifft dies auch auf prozessbezogene IKT-Tools und -Aktivitäten zu (Abbildung 2.13). Bei der Einführung neuerer und fortgeschrittenerer IKT-Tools und -Aktivitäten aber dominieren zumeist immer noch die Großunternehmen, und in Deutschland ist dies sogar noch stärker der Fall als im OECD-Vergleich. Dies könnte auch auf den allgemeinen Rückstand Deutschlands bei der Einführung solcher Tools und Aktivitäten zurückzuführen sein (Abschnitt 2.2, Abbildung 2.4) vor allem was schnelles Breitbandinternet betrifft. Der Einsatz dieser Tools und Aktivitäten sollte daher insbesondere in kleineren Unternehmen gefördert werden.

Abbildung 2.13. Kleinunternehmen holen bei der Nutzung fortgeschrittener IKT-Tools und -Aktivitäten noch nicht auf

Veränderung des Abstands zwischen Klein- und Großunternehmen bei der Nutzung von IKT-Tools und -Aktivitäten in Prozentpunkten, 2010-2019 oder letztes verfügbares Jahr



Anmerkung: Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten, ohne Finanzbranche. Für Deutschland beziehen sich die Daten für die Nutzung von sozialen Medien und Cloud-Computing-Diensten auf 2013-2014 und für Big-Data-Analysen auf 2016. Für den OECD-Durchschnitt beziehen sich die Daten für die Nutzung von sozialen Medien auf 2011-2015, für Cloud-Computing-Dienste auf 2009-2014 und für die Big-Data-Analysen auf 2016. Quelle: OECD ICT Access and Usage by Businesses (Datenbank).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201173>

Mittelständische Unternehmen sehen sich häufig Hindernissen beim Zugang zu Fremdfinanzierung gegenüber, und viele investieren nur in geringem Maße in die Digitalisierung. Ausschlaggebend dafür sind u. a. ungewisse Erfolgsaussichten, Schwierigkeiten der Kreditgeber, Digitalisierungsvorhaben zu beurteilen, und ein geringer Anteil an Investitionen, die als Sicherheiten dienen können. Auch deshalb finanzieren

Mittelständler ihre Digitalisierungsvorhaben im Allgemeinen aus ihrem Cashflow (Saam, M., S. Viète und S. Schiel, 2016_[120]). Gegenwärtig finanziert der Mittelstand derartige Vorhaben zu 87 % aus Eigenmitteln und nur zu 7 % über Bankkredite. Dieses Verhältnis reflektiert nicht unbedingt die erste Wahl der Unternehmen. Vielmehr geben Unternehmen, die Kredite für Digitalisierungsvorhaben aushandeln, mit größerer Wahrscheinlichkeit an, dass sie Schwierigkeiten beim Zugang zu Krediten haben, als Unternehmen, die Kredite für Sachanlageinvestitionen aushandeln (KfW Research, 2020_[121]). In den vergangenen drei Jahren stagnierten die durchschnittlichen Digitalisierungsausgaben bei 17 000 EUR je Unternehmen. Die 19 Mrd. EUR, die der Mittelstand 2018 in die Digitalisierung investiert hat, sind niedrig im Vergleich zu den 34 Mrd. EUR, die für traditionelle Innovationen ausgegeben wurden, und den 220 Mrd. EUR, die auf materielle Vermögenswerte verwendet wurden (KfW Research, 2020_[119]).

Die Digitalisierung kleiner und mittlerer Unternehmen wird durch mehrere zielgerichtete Maßnahmen gefördert. Der Förderschwerpunkt der Bundesregierung „Mittelstand-Digital“ sensibilisiert mittelständische Unternehmen für den digitalen Wandel und steht ihnen bei der Digitalisierung mit Rat und Tat zur Seite (BMWi, 2019_[122]). Dies erfolgt beispielsweise durch die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren, die KMU als Anlaufstellen vor Ort mit spezifischem digitalem Fachwissen unterstützen (BMWi, o.J._[123]). Im Rahmen des Förderprogramms „go-digital“ werden autorisierte Digitalisierungsberater für KMU subventioniert (BMWi, 2020_[124]), und das vor Kurzem aufgelegte Programm „Digital Jetzt“ fördert IKT-Investitionen – z. B. in Software und in die Qualifizierung der Beschäftigten zu Digitalthemen – in Unternehmen mit 3-499 Beschäftigten (BMWi, 2019_[125]). Daneben gibt es weitere Programme auf der Ebene der nachgeordneten Gebietskörperschaften. Den größten Förderumfang bietet „Digital Jetzt“ mit rd. 50 Mio. EUR jährlich über eine Dauer von vier Jahren (BMWi, o.J._[126]). Dies ist zwar insgesamt eine erhebliche Summe, reicht aber möglicherweise nicht aus, um die Digitalisierung in den über 2 Millionen anspruchsberechtigten Unternehmen wesentlich zu beschleunigen.

Bei Maßnahmen zur Förderung der IKT-Nutzung in KMU sollte darauf geachtet werden, dass sie die Ausgaben der Unternehmen für digitale Dienstleistungen, die für ihre digitale Transformation entscheidend sind, nicht hemmen. Neuere OECD-Analysen haben ergeben, dass spezifische Anreizprogramme für IKT-Sachkapital im Vereinigten Königreich und in Deutschland mit einer geringeren Nutzung digitaler Dienstleistungen verbunden waren, die von den Unternehmen nicht als Kapitalaufwand, sondern als Betriebsausgaben verbucht werden – vor allem Cloud-Computing (Andres et al., 2020_[127]). Daher ist es wichtig, Politikmaßnahmen so zu gestalten, dass sie nicht nur Anreize für Investitionen in IKT-Sachkapital, sondern auch für Ausgaben für digitale Dienstleistungen bieten. Beispielsweise könnte es im Hinblick auf die im Koalitionsvertrag genannten, derzeit in Planung befindlichen Abschreibungsmöglichkeiten für „digitale Innovationsgüter“ (CDU, CSU und SPD, 2018_[16]) sinnvoll sein, zusätzlich zu den Investitionen in digitale Güter wie Computer-Hardware und -Software auch die Ausgaben von KMU für digitale Dienstleistungen wie Cloud-Computing zu berücksichtigen.

KMU haben darüber hinaus häufig Schwierigkeiten, die Kompetenzen und das Organisationskapital aufzubauen, die für eine effektive IKT-Nutzung erforderlich sind. Im Rahmen seiner „Initiative Neue Qualität der Arbeit“ hat das Bundesministerium für Arbeit und Soziales verschiedene Maßnahmen geschaffen, um kleine und mittlere Unternehmen diesbezüglich zu unterstützen. Hierzu zählen z. B. die „Experimentierräume“, in denen digitale Arbeitskonzepte und Verfahren erprobt werden (BMAS, o.J._[128]), die „Zukunftszentren“, die ostdeutsche Bundesländer dabei unterstützen, innovative Ansätze zur Qualifizierung im Betrieb zu testen (BMAS, o.J._[129]), das „Zentrum digitale Arbeit“, das diese Zukunftszentren durch Forschungsergebnisse zu den Arbeitsmarkteffekten des digitalen und demografischen Wandels unterstützt, und das Programm „unternehmensWert: Mensch“, das KMU – u. a. durch subventionierte Beratungsangebote – dabei begleitet und unterstützt, ihre Personalstrategie zu entwickeln bzw. anzupassen (BMAS und ESF, 2020_[130]). Eine Weiterentwicklung dieser Initiativen sollte im breiteren Kontext bildungs- und ausbildungspolitischer Maßnahmen in Erwägung gezogen werden (Abschnitt 2.6).

Risikomanagement im Bereich der digitalen Sicherheit strategischer fördern

Im Kontext der COVID-19-Pandemie haben zahlreiche Unternehmen ihre digitalen Aktivitäten erhöht, beispielsweise durch die Arbeit im Homeoffice. Durch eine Ausweitung des digitalen Geschäftsbetriebs können zusätzliche Risiken entstehen, und die Anfälligkeit für digitale Sicherheitsrisiken kann steigen. Letztere haben seit Beginn der COVID-19-Krise deutlich zugenommen (OECD, 2020^[131]). Ein einziger Cyberangriff kann den Geschäftsbetrieb unterbrechen, zu Innovationskapitalverlusten führen oder den Ruf des Unternehmens schädigen, was existenzielle Folgen für das betroffene Unternehmen haben kann. 2019 waren 11 % der Unternehmen in Deutschland Opfer von Cyberangriffen, bei denen die Verfügbarkeit digitaler Dienste beeinträchtigt, Daten zerstört bzw. korrumpiert oder vertrauliche Daten offengelegt wurden. Dies ist etwas weniger als im EU-Durchschnitt (13 %) (Eurostat, o.J.^[33]). Ein möglicher Grund dafür ist, dass Unternehmen in Deutschland bei der Einführung fortgeschrittener IKT-Tools und -Aktivitäten, die für Datenerhebung, -speicherung, -austausch und -analyse wesentlich sind, eher zu den Nachzüglern zählen (Abbildung 2.8). Dadurch sind sie weniger anfällig für digitale Bedrohungen. Insgesamt summieren sich die geschätzten Verluste durch Cyberkriminalität in Deutschland auf über 50 Mrd. EUR pro Jahr (BMW i, o.J.^[115]).

Bedenken in Bezug auf die digitale Sicherheit stellen in Deutschland ein bedeutendes Hindernis für die Nutzung wichtiger IKT-Tools und -Aktivitäten dar. Vor allem der Einsatz von Cloud-Computing, z. B. für das Hosting von Software und Datenbanken, wird durch Sicherheitsbedenken beeinträchtigt (Hentschel, R., C. Leyh und A. Petznick, 2018^[132]). Derartige Bedenken sind in Deutschland von großer Bedeutung – sowohl verglichen mit anderen Ländern als auch verglichen mit anderen Hindernissen für das Cloud-Computing, wie z. B. Interoperabilität oder Kompetenzen (ZEW, 2015^[133]). Diese Bedenken könnten die bisher nur geringe Nutzung von Cloud-Computing in den Unternehmen z. T. erklären (Abbildung 2.8).

Viele deutsche Unternehmen ergreifen zwar praktische und technische Maßnahmen zur Verbesserung der Cybersicherheit, verfolgen dabei aber keinen strategischen, auf Risikomanagement basierenden Ansatz. Technische Sicherheitsmaßnahmen sind in deutschen Unternehmen gängige Praxis. Allerdings führen nur 34 % der Unternehmen eine regelmäßige Bewertung ihrer IT-Sicherheitsrisiken durch, bei der die Wahrscheinlichkeit und die Folgen von Cyber-Sicherheitsvorfällen analysiert werden (Abbildung 2.14), verglichen mit 60 % der Unternehmen in Finnland, das in diesem Bereich am besten abschneidet. In den KMU ist die Lage ähnlich. Die allermeisten von ihnen setzen zwar die zentralen technischen Maßnahmen um, aber nur wenige gehen strategischer vor, indem sie beispielsweise organisatorische Maßnahmen ergreifen oder Sicherheitsschulungen durchführen (WIK, 2017^[134]).

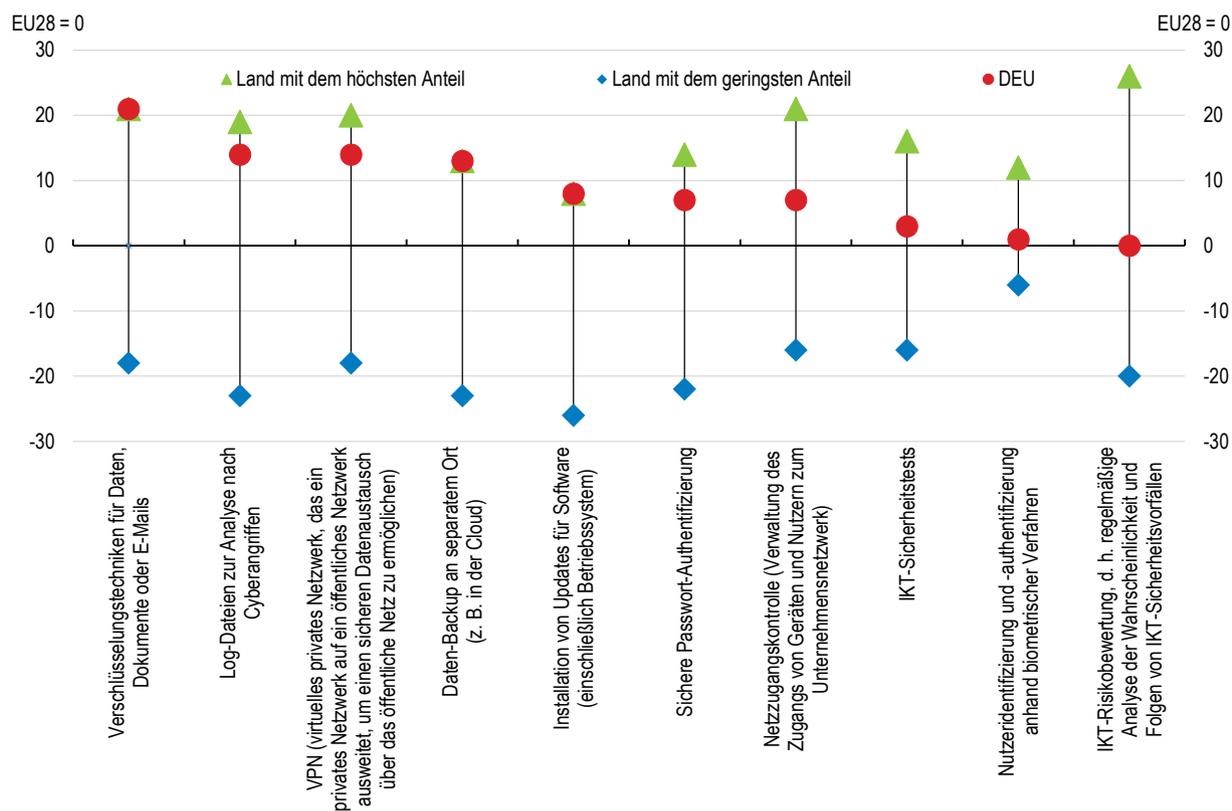
Die Risikobewertung ist ein wesentlicher Bestandteil des digitalen Risikomanagements, das wiederum die Grundlage für einen strategischen Umgang der Unternehmen mit digitalen Sicherheitsrisiken und die Steigerung ihrer Widerstandsfähigkeit bildet. Ein solches Risikomanagement hilft den Unternehmen, ihre Mittel zu priorisieren, um nicht nur ihre IT-Systeme und -Netzwerke vor Angriffen zu schützen, sondern auch die Auswirkungen solcher Angriffe auf ihre Geschäftstätigkeit – wie z. B. Reputationsverluste, Diebstahl von Innovationskapital oder Betriebsunterbrechungen – zu verringern (OECD, 2015^[135]). Um ein entsprechendes Risikomanagement in den Unternehmen umzusetzen, darf die digitale Sicherheit nicht mehr nur als rein technisches Problem behandelt werden, sondern muss zu einem Thema für die oberste Entscheidungsebene der Unternehmen werden. Hierfür bedarf es einer stärkeren Sensibilisierung. Zudem müssen alle Akteure in die Lage versetzt werden, digitale Sicherheitsrisiken zu verstehen und zu steuern – u. a. durch kontinuierliche Risikobewertung.

Beim gegenwärtigen Konzept der Bundesregierung im Hinblick auf digitale Sicherheit liegt das Augenmerk auf den gesetzlichen, technischen und zivilen Aspekten (Schallbruch, M. und I. Skierka, 2018^[136]); eine ausgeprägte Unternehmensperspektive und strategische Förderung des digitalen Risikomanagements in den Unternehmen fehlen indessen. Die „Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland“ von 2016 erkennt zwar an, wie wichtig der Schutz von Unternehmen ist, sie hebt in diesem Zusammenhang jedoch die Rolle

der Polizeien der Länder und des Bundesamts für Verfassungsschutz hervor (BMI, 2016_[137]). Beide Einrichtungen sind von Rechts wegen mit Cyberkriminalität und juristischen Fragen befasst. Möglicherweise sind sie jedoch nicht gut gerüstet, um Unternehmen bei einem Management digitaler Risiken zu unterstützen, das den Geschäftserfolg und die Widerstandsfähigkeit der Unternehmen zum Ziel hat. Bei einer Überarbeitung der „Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland“ von 2016 sollte das Augenmerk stärker auf Unternehmen im Allgemeinen und auf das Management von digitalen Sicherheitsrisiken im Besonderen gelegt werden, um den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wohlstand zu fördern (OECD, 2015_[135]; BMI, 2016_[137]). Ein entsprechender Ansatz findet sich z. B. in der National Cyber Security Strategy des Vereinigten Königreichs (HM Government, 2016_[138]).

Abbildung 2.14. Technische Maßnahmen werden häufig, IT-Sicherheitsanalysen nur selten durchgeführt

Prozentsatz der Unternehmen (ab 10 Beschäftigten), die 2019 IT-Sicherheitsmaßnahmen umgesetzt haben



Quelle: Eurostat (o.J._[33]).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201192>

Die „Digitale Strategie 2025“ geht ebenfalls auf die IT-Sicherheit in Unternehmen ein, allerdings liegt das Augenmerk dabei in erster Linie auf rechtlichen und technischen Fragen (BMW, 2016_[114]); auch beim Vorhaben „GAIA-X“ stehen technische Lösungen im Vordergrund (Kasten 2.5) (BMW, 2019_[54]). Die Programme „IT-Sicherheit in der Wirtschaft“ und „Digital Jetzt“ zielen zwar ausdrücklich auf Unternehmen ab und umfassen Sensibilisierungsmaßnahmen, Beratungsangebote und anderweitige Unterstützung im Zusammenhang mit der digitalen Sicherheit, vor allem für KMU (BMW, o.J._[139]; BMW, 2020_[140]; BMW, o.J._[126]), aber diese praktischen Maßnahmen scheinen weitgehend unabhängig von der „Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland“ von 2016 zu sein und für eine strategischere Förderung des Risiko-

managements in den Unternehmen nicht auszureichen. Um die Unternehmensperspektive und den Risikomanagementansatz in der „Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland“ zu stärken, bedarf es möglicherweise einer engeren Zusammenarbeit zwischen dem BMI, das die Strategie ausgearbeitet hat, und dem BMWi, das entsprechende Expertise und Erfahrung im Hinblick auf Cyber-Sicherheitsmaßnahmen für Unternehmen einbringen kann.

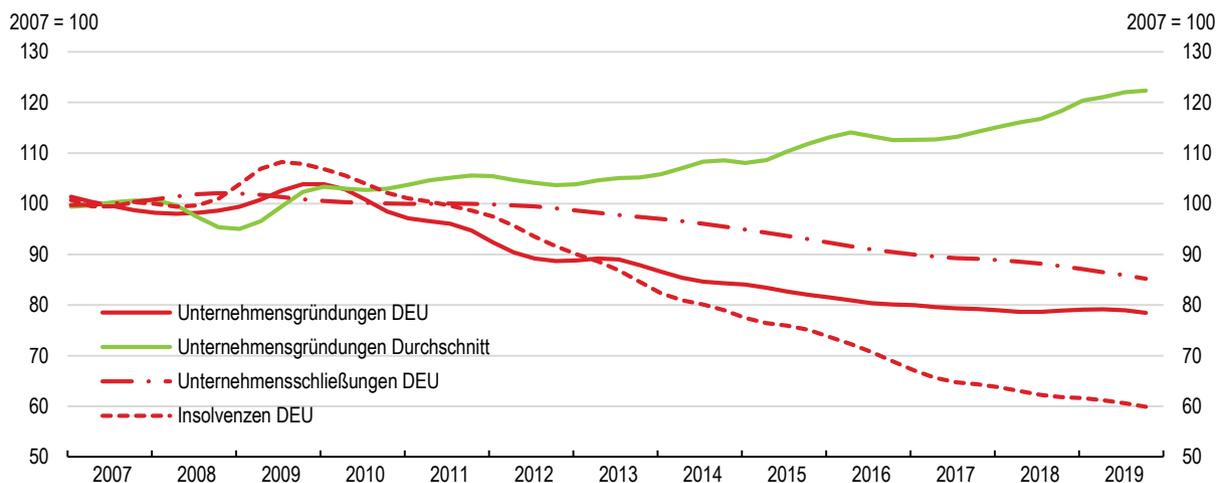
2.5. Die Unternehmensdynamik während der Erholung fördern, um die Technologieverbreitung zu beschleunigen

Unternehmensdynamik ist wesentlich für eine stärkere Verbreitung von IKT-Tools und -Aktivitäten sowie für die Produktivität. Im Kontext der Corona-Krise sind Maßnahmen zur Förderung der Unternehmensdynamik noch wichtiger geworden. Dazu gehören u. a. Maßnahmen zugunsten von Reallokation und Technologieverbreitung, insbesondere solche, die den Zugang junger und kleiner Unternehmen zu Finanzierungsmitteln, die Umstrukturierung und Neuausrichtung älterer Unternehmen und die Schließung nicht überlebensfähiger Unternehmen erleichtern (Sorbe et al., 2019^[141]). Digitale Verwaltung und insbesondere digitale öffentliche Dienstleistungen können zudem Unternehmensgründungen erleichtern und Verwaltungskosten verringern.

Die Fehlallokation von Ressourcen und eine ungleiche Verbreitung von IKT-Tools und -Aktivitäten bremsen bereits seit einiger Zeit die Unternehmensdynamik und die Produktivität im OECD-Raum. Die Unternehmensdynamik, die sich an den Unternehmensgründungen und -schließungen sowie der Reallokation von Arbeitsplätzen ablesen lässt, ist in hoch digitalisierten Branchen stärker als in der übrigen Wirtschaft. In vielen OECD-Ländern ist sie jedoch in den letzten zwanzig Jahren gesunken – besonders in hoch digitalisierten Branchen (Calvino, F. und C. Criscuolo, 2019^[142]). Das Produktivitätswachstum hat sich in den meisten OECD-Ländern im gleichen Zeitraum ebenfalls verlangsamt, wofür viele Faktoren verantwortlich waren, darunter die Fehlallokation von Ressourcen (Adalet McGowan, M. und D. Andrews, 2018^[143]), die ungleiche Verbreitung von IKT-Tools und -Aktivitäten und ein Gefälle beim Produktivitätswachstum zwischen führenden und weniger leistungsfähigen Unternehmen (Andrews, D., C. Criscuolo und P. Gal, 2016^[144]). Auch in Deutschland besteht ein Gefälle zwischen den hoch produktiven und den übrigen Unternehmen, vor allem im Dienstleistungssektor. Dieses Gefälle hat zwischen 2003 und 2014 jedoch nicht zugenommen (Schiersch, 2019^[145]).

Die Unternehmensdynamik hatte in Deutschland bereits lange vor der Corona-Krise nachgelassen und damit das Produktivitätswachstum geschmälert. Anders als im Durchschnitt verschiedener OECD-Länder befindet sich die Gründungsaktivität in Deutschland auf einem langfristigen Abwärtstrend, was auch für die Unternehmensschließungen und die Insolvenzen gilt (Abbildung 2.15); das Produktivitätswachstum hat sich dabei in den letzten zwanzig Jahren deutlich abgeschwächt (SVR, 2019^[100]). Die Gründungsaktivität verlangsamt sich in allen Sektoren, auch in wissensintensiven Branchen und der Hochtechnologiefertigung (OECD, 2018^[3]). Die sinkende Gründungsaktivität könnte z. T. auf demografische Trends, z. B. auf einen Rückgang des Anteils der Altersgruppe mit der höchsten Gründungsaktivität (30- bis 50-Jährige), auf relativ hohe Löhne und auf einen angespannten Arbeitsmarkt zurückzuführen sein (Europäische Kommission (Hrsg.), 2018^[111]). Andere Faktoren spielen jedoch ebenfalls eine Rolle. Sie werden nachstehend erörtert.

Abbildung 2.15. Geringe Unternehmensdynamik bereits lange vor der Corona-Krise



Anmerkung: Index auf der Basis von Daten zur Unternehmensdemografie. Vgl. *hier* wegen weiterer Informationen zur angewandten Methode. „Unternehmensgründungen Durchschnitt“ umfasst Daten aus Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Island, Italien, Japan, den Niederlanden, Norwegen, Schweden und den Vereinigten Staaten.

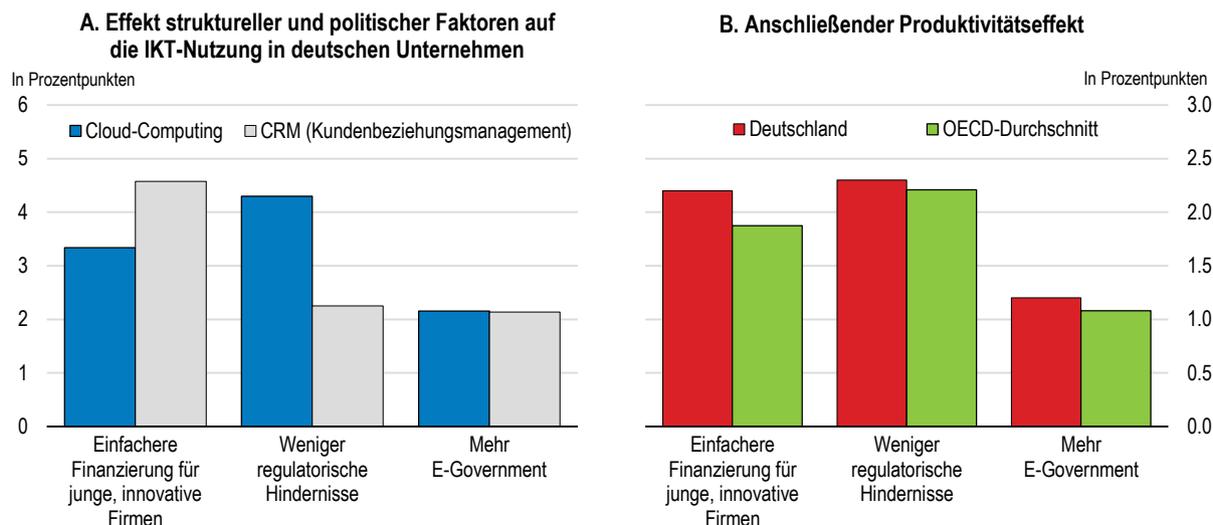
Quelle: OECD, Timely indicators of entrepreneurship (ISIC 4). Daten aus je nach Land unterschiedlichen Quellen.

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201211>

Verschiedene Initiativen sollen Unternehmensgründungen erleichtern. Zwei Online-Portale wenden sich an Gründungswillige, das [Existenzgründungsportal](#) und die [Gründerplattform](#). Sie liefern praktische Informationen zur Planung, Finanzierung und konkreten Umsetzung von Unternehmensgründungen. Teil des ersten dieser beiden Portale ist die Gründungsoffensive GO!, die einen neuen Gründergeist fördern, bereits in den Schulen und Hochschulen unternehmerische Kompetenzen vermitteln und Frauen und Migrant*innen beim Schritt in die unternehmerische Selbstständigkeit unterstützen soll. Mit dem „Gründerwettbewerb – Digitale Innovationen“ sollen innovative digitale Geschäftsideen ausgezeichnet werden. Die „Digital Hub Initiative“ für Zukunftsbranchen will Gründerszene, Mittelstand, Wissenschaft und öffentliche Akteure an zwölf Kompetenzstandorten in Deutschland vernetzen. Um die Internationalisierung von Start-ups zu fördern, wurde der German Accelerator in Singapur eingerichtet; ein zweiter solcher Accelerator ist in Indien in Planung (BMW, 2020_[140]). Diese zielgerichteten Maßnahmen könnten u. U. noch wirksamer sein, wenn sie in einer digitalen Innovationsagentur oder -stiftung zusammengeführt würden, wie das mit VINNOVA in Schweden oder NESTA im Vereinigten Königreich geschieht. Zudem werden die obigen Maßnahmen allein kaum ausreichen, um den Trend der sinkenden Unternehmensdynamik umzukehren. Dazu bedarf es zusätzlich struktureller Maßnahmen.

Wesentliche strukturpolitische Instrumente zur Belebung der Unternehmensdynamik sind u. a. Maßnahmen zur Verbesserung des Zugangs der Unternehmen zu Gründungs- und Wachstumskapital, zur Verringerung regulatorischer Hindernisse und zur Beschleunigung der Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung. Alle diese drei Elemente können erhebliche direkte Effekte auf die Verbreitung von IKT-Tools und -Aktivitäten wie CRM und Cloud-Computing haben, die ihrerseits das Wachstum der Multifaktorproduktivität fördern können (Abbildung 2.16). Parallel zu solchen Maßnahmen sollten Maßnahmen zur Überwindung entscheidender Hindernisse für einen erfolgreichen digitalen Wandel (Abschnitt 2.4) sowie zur Förderung der im digitalen Zeitalter erforderlichen Kompetenzen (Abschnitt 2.6) erwogen werden.

Abbildung 2.16. Maßnahmen zur Steigerung von Unternehmensdynamik, Technologieverbreitung und Produktivität



Anmerkung: Geschätzter Effekt einer Reihe struktureller und politischer Faktoren auf die durchschnittliche Nutzungsrate bestimmter IKT (Teil A) sowie die Multifaktorproduktivität (Teil B) des durchschnittlichen Unternehmens. Für jeden der Indikatoren wird unterstellt, dass die Hälfte der Lücke im Vergleich zum am besten abschneidenden Land der Stichprobe geschlossen wird. Des Weiteren wird unterstellt, dass die Politikfaktoren in den einzelnen Gruppen weitgehend voneinander unabhängig sind.

Quelle: Auf der Grundlage von Sorbe et al. (2019_[141]).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201230>

Zugang zu Gründungs- und Wachstumsfinanzierung verbessern

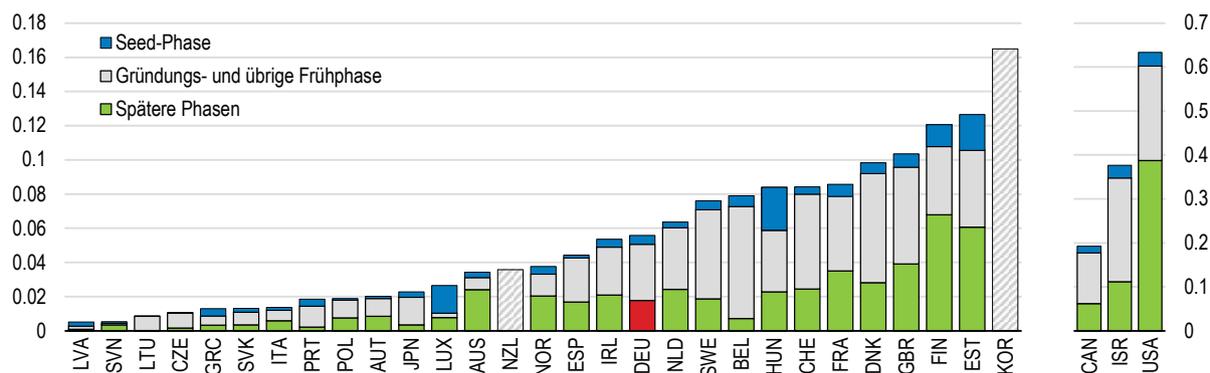
Der Zugang zu Finanzierungsmitteln für die verschiedenen Phasen der Unternehmensentwicklung, von der Gründung über die Skalierung bis zur Expansion, ist eine entscheidende Voraussetzung für die Unternehmensdynamik. Unter den verschiedenen zur Verfügung stehenden Finanzierungsinstrumenten ist besonders Wagniskapital sehr wichtig für die Finanzierung von Start-ups mit hohem Wachstumspotenzial (OECD, 2019_[146]). Ein wichtiger nichtoffizieller Wagniskapitalmarkt, der in Deutschland über Wagniskapitaltöchter großer Unternehmen läuft, ist in den amtlichen Zahlen zwar nicht erfasst; die international vergleichbaren Zahlen zu den Wagniskapitalinvestitionen liegen allerdings deutlich unter denen der am besten abschneidenden Länder, insbesondere was die Seed-Finanzierung und die Mittel für spätere Entwicklungsphasen betrifft (Abbildung 2.17). Im Zeitraum 2014-2019 ist der Wagniskapitalanteil am BIP mit 19 % jährlich stärker gewachsen als im Durchschnitt (14 % jährlich). Zudem haben sich einige deutsche Städte, insbesondere Berlin, zu Hotspots für die Start-up-Finanzierung entwickelt (EY, 2019_[147]). Dennoch liegt der Anteil des Wagniskapitals am BIP aktuell immer noch unter der Hälfte des in Finnland und Estland verzeichneten Niveaus und ist mindestens 10-mal geringer als in den Vereinigten Staaten.

Nach der Finanzkrise von 2008 richteten einige Länder neue Eigenkapitalhilfeprogramme ein oder führten solche Programme fort, so z. B. Chile, Dänemark, Finnland, Frankreich, Kanada, Neuseeland, Schweden und das Vereinigte Königreich. Diese Programme dürften seitdem zur Stabilisierung bzw. Erhöhung der Wagniskapitalinvestitionen beigetragen haben (OECD, 2020_[148]). Auch in Deutschland gibt es eine breite Palette von Finanzierungsinstrumenten für die Seed-Phase sowie die späteren Entwicklungsphasen. Wichtige Instrumente für die Frühphasenfinanzierung sind die hochtechnologieorientierten Start-up-Förderprogramme INVEST und EXIST sowie ein Mikromezzanifonds (BMW, 2020_[149]). Die Mehrzahl der wichtigen Finanzierungsprogramme für die späteren Phasen wird aus dem ERP-Sondervermögen gespeist. Zu ihnen gehören der Wagniskapitalfonds Coparion, der ERP/EIF-Dachfonds, der European Angel Fund Germany, die ERP-VC-Fondsinvestments der Beteiligungsgesellschaft KfW Capital, die ERP/EIF-

Wachstumsfazilität sowie der ERP/EIF-Mezzanin-Dachfonds und die „Tech Growth Fund“-Initiative mit dem Programm Venture Tech Growth Financing der KfW (BMWi, o.J._[150]).

Abbildung 2.17. Weiterhin viel Potenzial für Wagniskapitalinvestitionen in der Seed-Phase sowie in den späteren Phasen

Wagniskapital in Prozent des BIP, 2019 oder letztes verfügbares Jahr



Anmerkung: Für Korea und Neuseeland liegen keine nach Entwicklungsphasen aufgeschlüsselten Daten zum Wagniskapital vor.
Quelle: OECD Entrepreneurship Financing Database (Datenbank).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201249>

Die Weiterentwicklung der Wagniskapitalpolitik sollte dahin gehen, die Wirksamkeit der bestehenden Instrumente zu steigern, u. a. indem Komplexitäten vermieden werden und insbesondere die Finanzierung für spätere Phasen ausgebaut wird, z. B. durch Ko-Investitionen und Dachfonds. Ein Beispiel hierfür ist British Patient Capital, eine Tochter der British Business Bank, die an der Seite von privaten Beteiligungsfonds etwa 3 Mrd. EUR Wagnis- und Wachstumskapital bereitstellt und damit im Lauf von zehn Jahren Investitionen in Höhe von insgesamt 9 Mrd. EUR unterstützt hat (BBB, o.J._[151]; OECD, 2019_[146]). Die Inanspruchnahme der verschiedenen Instrumente in Deutschland sollte weiter beobachtet und wo möglich – unter Berücksichtigung des Feedbacks der Nutzer – verbessert werden, um dem Mangel an privatem Wagniskapital zu begegnen.

Zu den Unzulänglichkeiten des deutschen und europäischen Wagniskapitalmarkts gehört es, dass institutionelle Investoren nur eine marginale Rolle spielen, insbesondere im Vergleich zu den Vereinigten Staaten, wo 5 % des Pensionsfondsvermögens in Start-ups fließt (Europäische Kommission (Hrsg.), 2018_[111]). Im Kontext der Entscheidung der Regierungsparteien, einen 10 Mrd. Euro schweren Start-up-Fonds für zukunftsorientierte Technologieunternehmen aufzulegen, erwägt die Bundesregierung, dafür zu sorgen, dass sich die KfW Capital stärker im Bereich der Wachstumsfinanzierung engagieren kann; zudem prüft sie Konzepte, um die Investitionsbedingungen für institutionelle Anleger attraktiver zu machen (BMWi, 2020_[140]). Diese Anstrengungen sollten fortgeführt werden.

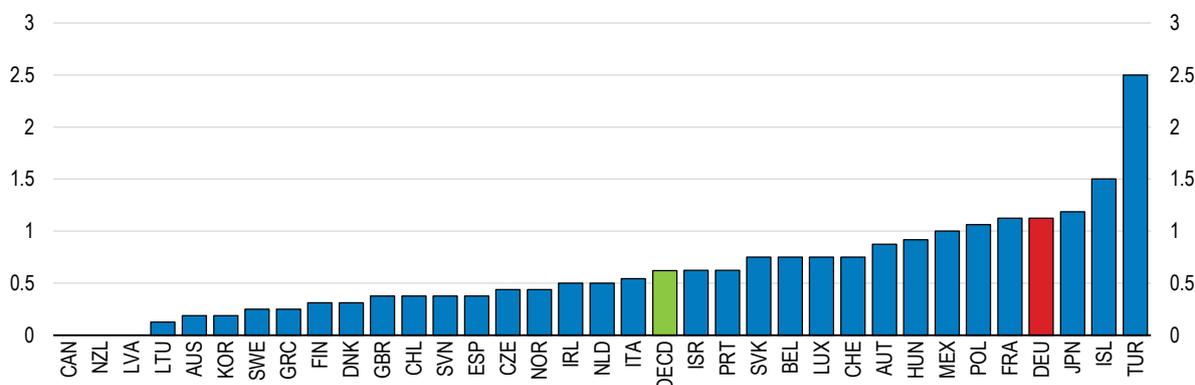
Bürokratieaufwand weiter reduzieren

Die Unternehmen halten den Bürokratieaufwand in Deutschland nach wie vor für hoch und sehen darin ein wesentliches Wachstumshindernis. Fast die Hälfte der Unternehmen räumt ein, nicht alle bürokratischen Erfordernisse zu erfüllen, sondern sich auf die Vorschriften zu beschränken, die aus ihrer Sicht am wichtigsten sind. Dies könnte auf Dauer die Wirksamkeit des Regulierungsrahmens schmälern (IfM Bonn, 2019_[152]). KMU stehen dabei vor den größten Schwierigkeiten; sie betrachten vor allem regulatorische Vereinfachungen und Unterstützung bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten als wesentlich (IfM Bonn, 2018_[153]).

Insgesamt ist der Bürokratieaufwand für Start-ups in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern gering. Die administrativen Anforderungen für haftungsbeschränkte Gesellschaften sowie Einzelunternehmen gehören jedoch immer noch zu den höchsten im OECD-Raum (Abbildung 2.18). Dies betrifft insbesondere die bei der Gründung solcher Unternehmen zu erfüllenden Auflagen (Vitale et al., 2020_[154]). Wer in Deutschland ein Unternehmen gründen will, muss Termine mit verschiedenen Stellen vereinbaren, die teilweise umfangreiche Unterlagen anfordern. Es wäre hilfreich, dieses Verfahren zu digitalisieren und ein zentrales Internet-Portal für Unternehmensgründungen einzurichten (BJDW, 2018_[155]). In Estland können Unternehmensgründungen komplett online abgewickelt werden, selbst aus dem Ausland. Dadurch konnten 98 % der Unternehmen online gegründet werden, und 95 % der Unternehmen konnten ihre Steuererklärung online einreichen (EAS, o.J._[156]).

Abbildung 2.18. Hohe Bürokratiekosten für haftungsbeschränkte Gesellschaften und Einzelunternehmen

Ranking der Länder in aufsteigender Reihenfolge von der größten (0) bis zur geringsten (6) Wettbewerbsfreundlichkeit



Anmerkung: Einzelunternehmen sind Unternehmen, die von einer natürlichen Person geführt werden, die auch ihr Eigentümer ist, sodass es keine rechtliche Unterscheidung zwischen Eigentümer und Unternehmen gibt. „Haftungsbeschränkte Gesellschaften“ bezieht sich nur auf solche, die nicht an der Börse notiert werden. Die Vereinigten Staaten und Estland sind noch nicht in der PMR-Datenbank erfasst. Die Daten beziehen sich auf Gesetze und sonstige Rechtsvorschriften, die am 1. Januar 2018 in Kraft waren (für einige Länder: 1. Januar 2019). 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) Gliedstaat.

Quelle: OECD 2018 PMR (Datenbank).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201268>

Durch Reformen wurden einige regulatorische Anforderungen verringert, es könnte jedoch mehr getan werden, um den einmaligen Erfüllungsaufwand zu verringern. Die „One in, one out“-Regel, die die Bundesministerien verpflichtet, für jede neue administrative Belastung eine bestehende Belastung abzubauen, hat sich bislang als erfolgreich erwiesen. Das dritte Bürokratieentlastungsgesetz (BEG III) hat den Erfüllungsaufwand der Unternehmen um geschätzte 1,1 Mrd. EUR verringert. Das BEG III betrifft jedoch nur den laufenden Erfüllungsaufwand, die einmaligen Erfüllungskosten sind hingegen weiterhin hoch. Nur 51 von 323 zwischen 2011 und 2019 neu eingeführten Regelungen verursachten laufende Erfüllungskosten; allerdings ließen sie für die Unternehmen einmalige Erfüllungskosten in Höhe von 12 Mrd. EUR entstehen (NKR, 2019_[157]).

Es besteht auch noch Potenzial für eine stärkere Einbeziehung der betroffenen Akteure (Vitale et al., 2020_[154]) in die Ausarbeitung gesetzlicher und untergesetzlicher Regelungen. Diese hat in den vergangenen Jahren abgenommen (OECD, 2019_[158]; OECD, 2019_[159]). IKT-Tools könnten besser für eine systematische Einbeziehung der betroffenen Akteure genutzt werden, insbesondere was die Unternehmen betrifft, die häufig bereit sind, ihre Erfahrungen und ihr Fachwissen zu teilen (IfM Bonn, 2019_[152]).

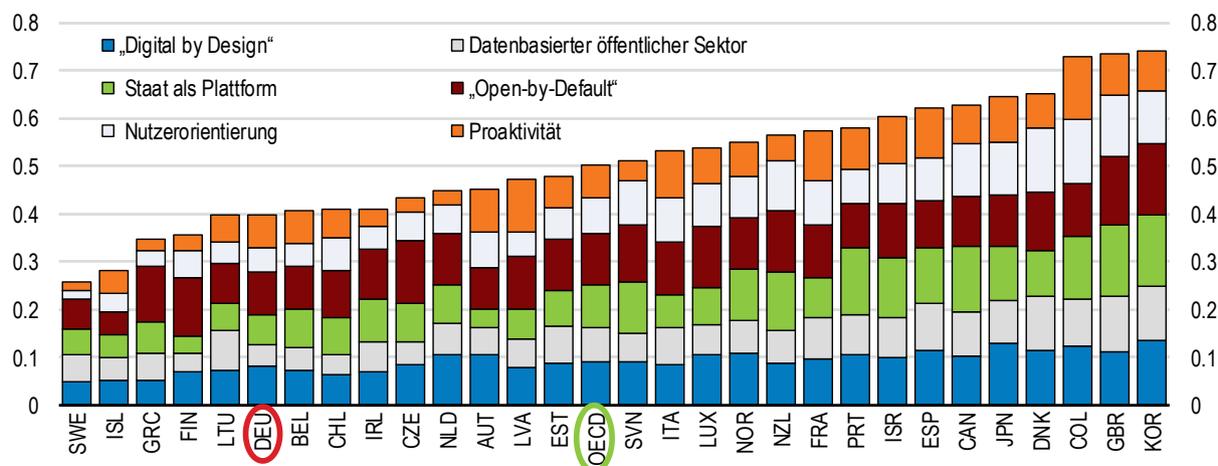
Digitalisierung der Verwaltung beschleunigen

Um die Digitalisierung der gesamten Wirtschaft und Gesellschaft zu ermöglichen, muss auch der Staat digital werden. In vielen Ländern bedeutet dies eine Entwicklung hin zu einem kohärenten, nutzerorientierten Konzept digitaler Verwaltung, das an den Bedürfnissen der Bürger*innen und der Unternehmen ausgerichtet ist (OECD, 2020^[11]). Deutschland hat in den letzten Jahren zwar verstärkte Anstrengungen zur Digitalisierung der Verwaltung unternommen, es bleibt jedoch noch viel zu tun. Priorität sollte dabei einer schnelleren Umsetzung der bestehenden Gesetze und geplanten Maßnahmen gelten.

Die Bundesrepublik liegt auf dem Digital-Government-Index der OECD, einem Pilot-Projekt zur Messung des digitalen Reifegrads öffentlicher Verwaltungen (Abbildung 2.19), unter dem OECD-Durchschnitt. Besonders groß ist der Rückstand im Bereich datenbasierter öffentlicher Sektor. In diesem Bereich geht es um die Verwendung von Daten, um den Bedarf der Nutzer*innen zu antizipieren und zu decken und bessere Dienstleistungen zu erbringen (OECD, 2019^[25]). Die Datenstrategie, an der die Bundesregierung aktuell arbeitet (Abschnitt 2.3), kann eine wichtige Rolle bei der Schaffung eines wirkungsvollen Rahmens für die Datengovernance und einen stärker datenbasierten öffentlichen Sektor spielen.

Abbildung 2.19. Deutschland bei der digitalen Verwaltung im Rückstand

OECD Digital Government Index, 2019, Skala von 0 bis 1



Anmerkung: Für Australien, Mexiko, Polen, die Schweiz, die Slowakische Republik, die Türkei, Ungarn und die Vereinigten Staaten liegen keine Daten vor.

Quelle: OECD Survey on Digital Government 1.0.

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201287>

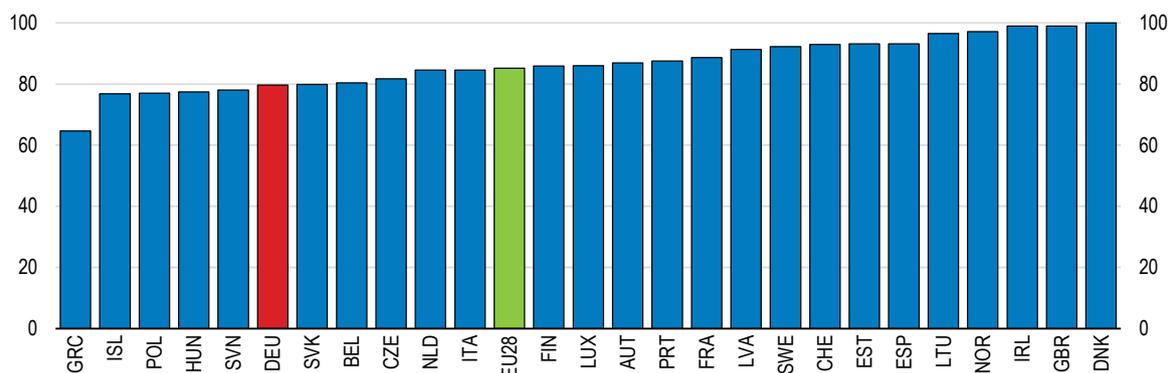
Integrierte, nutzerorientierte digitale öffentliche Dienstleistungen sind entscheidender Bestandteil einer digitalen Verwaltung und ein Instrument zur Förderung der Technologieverbreitung und damit auch des Produktivitätswachstums (Abbildung 2.16). Es besteht nach wie vor großes Potenzial zur Digitalisierung und Verbesserung der öffentlichen Dienstleistungen in Deutschland. Wenn allein der Papieraufwand für die üblichsten Verwaltungsvorgänge wegfallen würde, könnten die Unternehmen in Deutschland 1 Mrd. EUR an administrativen Kosten einsparen (Stern et al., 2018^[160]). Vor der Corona-Pandemie wuchs der Anteil der Bürger*innen und der Unternehmen, die das Internet für ihre Kontakte mit öffentlichen Stellen nutzen, nur langsam und war niedriger als in vielen anderen OECD-Ländern (NKR, 2019^[157]; OECD, 2019^[32]). Begrenzt Angebot, fehlende Nutzerfreundlichkeit, unzureichende Optimierung für mobile Geräte und mangelndes Vertrauen scheinen die Zahl der digitalen Interaktionen zu begrenzen. 7 % der Menschen in Deutschland reichen Verwaltungsformulare z. B. nicht online ein, weil es an entsprechenden

digitalen Diensten fehlt. Damit ist dieser Anteil viermal höher als in den meisten anderen OECD-Ländern (OECD, 2019_[32]). Deutschland liegt auch bei grundlegenden Online-Dienstleistungen für Unternehmen, einschließlich der Möglichkeit der grenzüberschreitenden Nutzung, unter dem EU-Durchschnitt (Abbildung 2.20).

Das deutsche Onlinezugangsgesetz (OZG) verpflichtet Bund, Länder und Kommunen, bis Ende 2022 ihre Verwaltungsleistungen auch digital anzubieten. Priorität sollen dabei stark nachgefragte Leistungen haben, deren Digitalisierung hohe Kosteneinsparungen verspricht. Das OZG rückt zwar die Nutzerperspektive in den Mittelpunkt, aktuell verwenden die verschiedenen Stellen aber eine Vielzahl verschiedener IT-Systeme, die nicht immer interoperabel sind. Dies führt zu Effizienzeinbußen und verringert die Nutzerfreundlichkeit (Europäische Kommission (Hrsg.), 2018_[111]). Ein wichtiges Element der Umsetzung des OZG ist das Prinzip des „Einer für Alle/Viele“ (EfA). Das bedeutet, dass eine digitale Leistung, die von einem Land oder einer Gruppe von Ländern entwickelt wurde, allen anderen Ländern zur Nachnutzung zur Verfügung gestellt werden sollte. Ziel dieser Arbeitsteilung zwischen den Ländern ist es, die Umsetzung des Onlinezugangsgesetzes zu beschleunigen und Ressourcen zu sparen.

Abbildung 2.20. Öffentliche Dienste für Unternehmen nicht immer online und grenzüberschreitend verfügbar

Digitale öffentliche Dienste für Unternehmen, 2018, Skala von 0 bis 100



Anmerkung: Der DESI-Indikator Digitale öffentliche Dienste (elektronische Behördendienste „e-Government“) für Unternehmen misst, inwieweit öffentliche Dienstleistungen für Unternehmen – für die Unternehmensgründung oder den regulären Geschäftsablauf – online und grenzüberschreitend genutzt werden können. Er wird ausgehend von der inländischen und grenzüberschreitenden Verfügbarkeit von grundlegenden Dienstleistungen für Unternehmensgründung und regulären Geschäftsablauf berechnet.

Quelle: Europäische Kommission, *Digital Economy and Society Index Report 2019*, https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=59975.

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201306>

Die verschiedenen öffentlichen Instanzen werden jedoch besser zusammenarbeiten müssen, um die Ziele des OZG zu verwirklichen. Trotz der Anstrengungen, die der IT-Planungsrat zur Koordinierung der Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern in Fragen der Informationstechnik unternimmt (IT-Planungsrat, o.J._[161]), und trotz einer steigenden Bereitschaft zur Zusammenarbeit, bleiben Herausforderungen bestehen (NKR, 2019_[157]). Im Januar 2020 wurde die Förderale IT-Kooperation (FITKO) ins Leben gerufen, um die Koordinierung zu verbessern. Hauptziel dieser neuen Einrichtung ist es, die Aktivitäten des IT-Planungsrats zur Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung zu bündeln, das Digitalisierungsbudget zu bewirtschaften und Wissensaustausch und Vernetzung zu ermöglichen. Im Rahmen des Konjunkturpakets sind (bis Ende 2022) zusätzliche 3 Mrd. EUR vorgesehen, um die Umsetzung des Onlinezugangsgesetzes zu beschleunigen, die erforderliche IT-Architektur und Interoperabilität zu verbessern und gemeinsame Standards zu entwickeln. Im Vereinigten Königreich soll das „Service Manual“ für eine effiziente Umsetzung

sorgen. Es wird aktiv von einem Team von Content-Designern verwaltet, die mit verschiedenen Berufsgruppen (in den Bereichen Design, Delivery, Produkte) zusammenarbeiten, um Best Practices zu dokumentieren und andere Teams im gesamten öffentlichen Sektor zu unterstützen (OECD, 2020^[162]).

Ein weiterer wichtiger Aspekt digitaler Verwaltung ist die Öffnung des Zugangs zu Verwaltungsdaten (Open Government Data). Der Zugang zu Verwaltungsdaten kann soziale Teilhabe, Geschäftschancen und Innovationen fördern. Das Angebot an und der Zugang zu offenen Verwaltungsdaten wurde in den letzten Jahren in Deutschland zwar verbessert und entspricht in etwa dem OECD-Durchschnitt, in Bezug auf Maßnahmen zur Förderung der Weiterverwendung von Verwaltungsdaten ist Deutschland im Vergleich zu den meisten anderen OECD-Ländern aber immer noch deutlich im Rückstand. Letzteres erklärt sich daraus, dass nur wenig Anstrengungen zur Beobachtung der Effekte von offenen Verwaltungsdaten durchgeführt werden und dass es an Initiativen fehlt, um die Datennutzung und Datenkompetenz der öffentlich Bediensteten in Deutschland zu fördern.

Mehrere Maßnahmen könnten ergriffen werden, um den Zugang zu offenen Verwaltungsdaten sowie deren Weiterverwendung zu fördern. Das Open-Data-Gesetz (§ 12 des E-Government-Gesetzes) verpflichtet die Bundesbehörden, ihre Daten in einem offenen und maschinenlesbaren Format entgeltfrei und mit Metadaten versehen zur Verfügung zu stellen; die Metadaten werden auf das Metadatenportal GovData.de eingestellt. Dem Open-Data-Fortschrittsbericht zufolge ist in den Behörden ein Kulturwandel beim Umgang mit Daten nötig (Deutscher Bundestag, 2019^[163]). Ein solcher Kulturwandel könnte erleichtert werden, wenn die gesamte öffentliche Verwaltung, über die technische Umsetzung des Gesetzes hinaus, stärker für das Potenzial offener Verwaltungsdaten sensibilisiert und aufgeklärt würde. Anderen Ländern ist dies durch gezielte Strategien gelungen. Die National Open Data Strategy in Irland, Polens Programm für offene Verwaltungsdaten und die slowenische Strategie zur Weiterentwicklung der öffentlichen Verwaltung sind Beispiele für erfolgreiche Open-Government-Data-Strategien der letzten Jahre (OECD, 2019^[164]). Eine Ausweitung und stärkere Nutzung von Open-Data-Partnerschaften (wie z. B. der Kooperation Open Government Data Deutschland-Österreich-Schweiz-Liechtenstein oder des Netzwerkes Code for Germany) könnte ebenfalls hilfreich sein, um eine größere Weiterverwendung von offenen Verwaltungsdaten zu fördern.

Deutschland verfügt über einen großen Markt für öffentliche Beschaffungen, der rd. 15 % des BIP ausmacht. Seit 2020 ist die Nutzung elektronischer Tools für alle von den Bundesbehörden vergebenen öffentlichen Beschaffungs- und Dienstleistungsaufträge verpflichtend; dies gilt zunehmend auch für auf Länderebene vergebene Aufträge. Dadurch verringern sich die Kosten für Bieter und Behörden und könnte sich auch die Projektqualität erhöhen, da die Ausschreibungsgewinner breiter gestreut sein dürften und mehr von ihnen aus anderen Regionen kommen dürften (Lewis-Faupel et al., 2014^[165]). E-Vergabe erleichtert zudem die Sammlung und Nutzung von Auftragsdaten, was die Beschaffung zusätzlich verbessern könnte. Um diese Chance zu nutzen, müssen Datensammlung und -nutzung systematisiert werden und muss die E-Vergabe digital mit anderen öffentlichen Informationssystemen verzahnt werden (OECD, 2019^[166]).

Um eine einfachere, klarere und schnellere Beschaffung von IKT zu ermöglichen, wäre es hilfreich, wenn in Deutschland ein digitaler Marktplatz für Produkte und Kompetenzen geschaffen würde. Im Vereinigten Königreich prägt ein solcher Marktplatz die Art und Weise, wie digitale Güter beschafft und Ausschreibungen vorgenommen werden. Zwei verschiedene Rahmenvereinbarungen gestatten es Cloud-Anbietern ihre Produkte anzubieten und Abnehmern im öffentlichen Sektor ihren spezifischen Technologie- oder Kompetenzbedarf auszuschreiben, für den die teilnahmeberechtigten Anbieter dann Lösungen vorschlagen können (OECD, 2020^[162]).

2.6. Kompetenzen für das digitale Zeitalter fördern

Die Digitalisierung der Arbeitsmärkte war bereits vor der Corona-Krise in vollem Gange. IKT-Kompetenzen sind im digitalen Zeitalter eine entscheidende Erfolgsvoraussetzung für Menschen, Unternehmen und staatliche Stellen (OECD, 2019_[159]). Die Nutzung von IKT am Arbeitsplatz wird mittlerweile in nahezu allen Berufen verlangt. Selbst Beschäftigte, die keinem traditionellen Bürojob nachgehen, wie Milchviehhalter*innen und Kfz-Mechaniker*innen, arbeiten immer häufiger mit IKT-Anwendungen und benötigen entsprechende Kompetenzen (Curtarelli et al., 2017_[167]). Der am Arbeitsplatz erforderliche Kompetenzmix umfasst grundlegende alltagsmathematische und Lesekompetenzen, Kompetenzen in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT), IKT-Kompetenzen sowie komplementäre Kompetenzen (OECD, 2020_[1]). Um sowohl den Anforderungen in Bezug auf die kurzfristige Kompetenznachfrage, die sich an Ungleichgewichten am Arbeitsmarkt oder am Fort- und Weiterbildungsbedarf zeigt, als auch den Anforderungen in Bezug auf das längerfristige Angebot, z. B. in Form von Bildung, gerecht zu werden, sind unterschiedliche Maßnahmen nötig.

Grundlegende alltagsmathematische und Lesekompetenzen sind sehr gefragt

Arbeitskräfte in wachsenden Berufsfeldern, in denen IKT-Nutzung und Nichttroutinetätigkeiten oft eine größere Rolle spielen, erledigen Aufgaben, die häufiger Lese-, Schreib- und Mathematikkompetenzen voraussetzen (OECD, 2019_[159]). Diese Grundkompetenzen bilden ein wichtiges Fundament, um andere, spezifischere Kompetenzen und Qualifikationen zu entwickeln (Rammstedt et al., 2013_[168]). Zudem erleichtern sie Arbeitskräften die Anpassung an neue Technologien und Berufe. Da die Lebensarbeitszeit aufgrund der höheren Lebenserwartung gestiegen ist und ein großer Anteil der Beschäftigung auf den Dienstleistungssektor entfällt, wird der Erwerb besserer Grundkompetenzen immer wichtiger, nicht zuletzt, um lebenslanges Lernen zu erleichtern. In Deutschland liegen die Leistungen der Erwachsenenbevölkerung im Bereich Lesekompetenz laut der Internationalen OECD-Vergleichsstudie der Kompetenzen Erwachsener (PIAAC) geringfügig unter dem OECD-Durchschnitt. Die Leistungen der Erwachsenenbevölkerung in den Bereichen alltagsmathematische Kompetenz und technologiebasierte Problemlösekompetenz sind etwas höher als im OECD-Durchschnitt, erreichen aber nicht das Niveau der führenden Länder. Die Leseleistungen der 15-Jährigen schwächten sich 2018 ab, womit sich der Aufwärtstrend der Vorjahre umgekehrt hat.

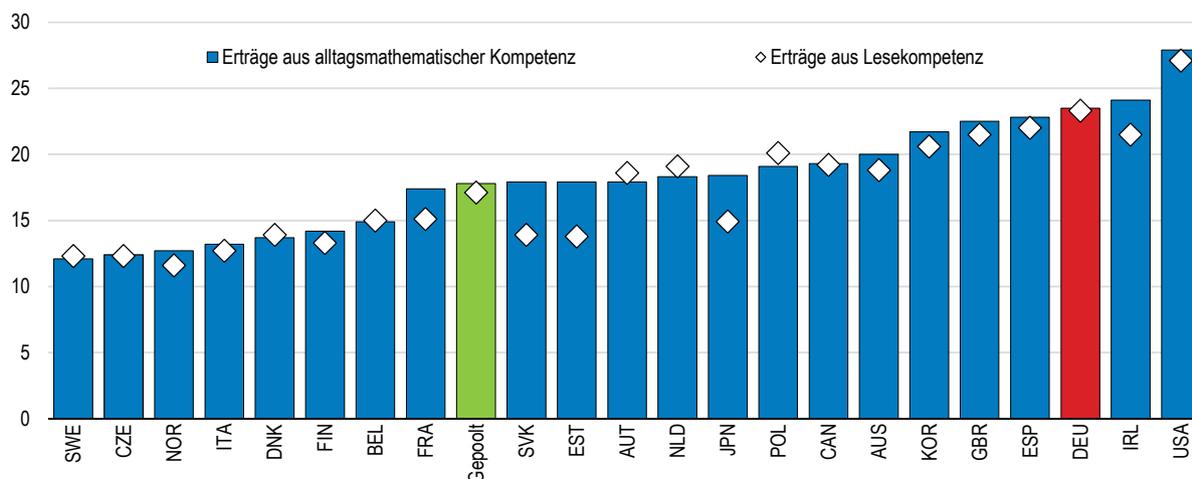
Bessere Grundkompetenzen haben in Deutschland einen größeren Effekt auf das relative Erwerbseinkommen und die Beschäftigungswahrscheinlichkeit als in den meisten OECD-Ländern (Abbildung 2.21). Dies ist möglicherweise einer stärkeren Spezialisierung auf kompetenzintensive Tätigkeiten zuzuschreiben (Hampf, F., S. Wiederhold und L. Woessmann, 2017_[169]; Fuentes Hutfilter, A., S. Lehmann und E. Kim, 2018_[170]). In Deutschland ist ein Anstieg der alltagsmathematischen oder der Lesekompetenzen um eine Standardabweichung mit einer Stundenlohnerhöhung um rd. 23 % verbunden. Fortgeschrittene Methoden zur Berechnung von Kompetenzerträgen zeigen, dass der Kausalzusammenhang möglicherweise sogar noch stärker ist (Hampf, F., S. Wiederhold und L. Woessmann, 2017_[169]). Der Effekt besserer IKT-Kompetenzen auf das relative Erwerbseinkommen ist in etwa gleich groß (Falck, O., A. Heimisch und S. Wiederhold, 2016_[171]).

Die hohen Grundkompetenzerträge signalisieren, dass die Nachfrage das Angebot übersteigt und dass sich höhere Investitionen in diese Kompetenzen wirtschaftlich lohnen. Mehr Investitionen in die frühkindliche Bildung und in Schulen um sicherzustellen, dass alle starke Grundkompetenzen erlangen, kann in Zukunft zudem die Weiterbildungsteilnahme erhöhen, weil Höherqualifizierte mit größerer Wahrscheinlichkeit an Erwachsenenbildung teilnehmen (Desjardins, R., K. Rubenson und M. Milana, 2006_[172]). Eine bessere Vermittlung von Grundkompetenzen – vor allem für Personen mit ungünstigem sozialem Hintergrund – kann außerdem die Ungleichheit verringern und die intergenerationale Aufwärtsmobilität steigern. Die Differenz zwischen den PISA-Ergebnissen von sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten 15-jährigen Schüler*innen in Deutschland gehört zu den größten im OECD-Raum und hat sich seit 2009

ausgeweitet (OECD, 2019_[117]). Mit dem zunehmenden Einsatz von IKT-Tools im Bildungssystem, der mit der Corona-Pandemie zusätzlich gestiegen ist, könnte sich die Kluft zwischen begünstigten und benachteiligten Schüler*innen weiter vergrößern, da der Zugang zu Geräten und das Kompetenzniveau der Eltern immer wichtiger werden.

Abbildung 2.21. Hohe Erträge aus Grundkompetenzen

Prozentuale Veränderung der Löhne bei einer Veränderung der Leistungen in Alltagsmathematik und Lesekompetenz um eine Standardabweichung, nach Berücksichtigung von Berufserfahrung und Geschlecht



Anmerkung: Nach Stichprobengewichtungen gewichtete OLS-Regressionen (Methode der kleinsten Quadrate). Abhängige Variable: Logarithmus des Bruttostundenlohns. Stichprobe: Vollzeitbeschäftigte im Alter von 35-54 Jahren (in Kanada werden auch Teilzeitbeschäftigte berücksichtigt). Die Punktzahlen in alltagsmathematischer und Lesekompetenz sind so standardisiert, dass die Standardabweichung in jedem Land 1 beträgt. Die gepoolte Spezifikation umfasst länderspezifische fixe Effekte und gibt jedem Land dasselbe Gewicht. Die Stichprobe setzt sich aus den 23 Ländern zusammen, die an der ersten Erhebungsrunde (2011-2012) teilgenommen haben.

Quelle: Hanushek et al. (2015_[173]).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201325>

Frühkindlicher Bildung Priorität einräumen und mehr Grundkompetenzen in beruflichen Bildungsgängen vermitteln

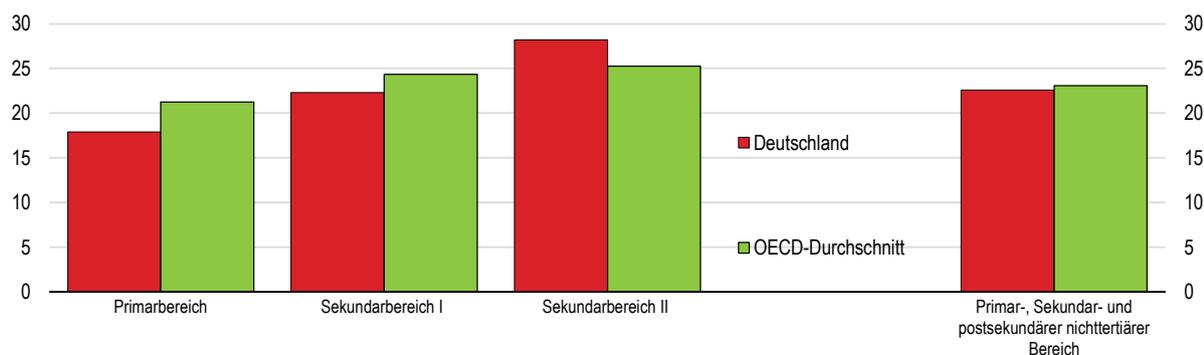
Im digitalen Zeitalter ist es wichtiger denn je, gegen Chancenungleichheit frühzeitig vorzugehen. Neue Technologien ergänzen in der Regel Fachkräfte und ersetzen geringqualifizierte Arbeitskräfte bei der Ausführung von Routineaufgaben (OECD, 2019_[159]). Dieser Effekt liefert eine wesentliche Erklärung dafür, warum die Lohnungleichheit seit den 1980er Jahren in vielen OECD-Ländern und auch in der Bundesrepublik zunimmt (Antonczyk, D., T. DeLeire und B. Fitzenberger, 2010_[174]). Investitionen in die frühkindliche Bildung können hohe Erträge bringen, da damit der Grundstein für das spätere Lernen gelegt wird, vor allem bei Kindern mit ungünstigem sozioökonomischem Hintergrund. Menschen, denen es an Grundkompetenzen fehlt, profitieren mit geringerer Wahrscheinlichkeit von den Chancen der digitalen Transformation (OECD, 2019_[159]).

Obwohl die Kindheit die beste Phase für den Erwerb von Grundkompetenzen ist, sind die Ausgaben für die Primarbildung und die frühkindliche Bildung verhältnismäßig niedrig (Abbildung 2.22). Die Teilnahme an frühkindlicher Bildung hat in den vergangenen 15 Jahren rasch zugenommen und liegt nun etwas über dem OECD-Durchschnitt. Die Qualität der Kinderbetreuungsangebote ist allerdings uneinheitlich. So gibt es z. B. große Unterschiede beim Personalschlüssel in Kindertageseinrichtungen wie auch beim Qualifikationsniveau des Personals (Fuentes Hutfilter, A., S. Lehmann und E. Kim, 2018_[170]). Es ist daher äußerst

wichtig, die berufliche Weiterbildung von Kinderbetreuungskräften zu verbessern und die Qualitätsstandards der Betreuungseinrichtungen zu beobachten. Bei der beruflichen Weiterbildung sollte besonderes Augenmerk auf den Umgang mit zweisprachig Lernenden gerichtet werden (OECD, 2019^[181]). Ein breiteres Angebot an qualitativ hochwertiger Ganztagsbeschulung, wie im letzten Wirtschaftsbericht empfohlen, wäre eine Möglichkeit, die Primarbildung prioritär zu fördern (Fuentes Hufilter, A., S. Lehmann und E. Kim, 2018^[170]).

Abbildung 2.22. Grundkompetenzen sollten frühzeitig vermittelt werden, doch die Bildungsausgaben für den Primarbereich sind niedrig

Gesamtausgaben für Bildungseinrichtungen pro vollzeitäquivalenten Bildungsteilnehmer im Verhältnis zum Pro-Kopf-BIP, 2016



Anmerkung: Die Abbildung basiert auf Daten aus *Bildung auf einen Blick, OECD-Indikatoren*, Indikator C1: Wie hoch sind die Ausgaben pro Bildungsteilnehmer für Bildungseinrichtungen?

Quelle: OECD (2019^[175]).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201344>

Eine ergänzende Investition, die direktere Erträge brächte, wäre die Stärkung der Grundkompetenzen von Absolvent*innen beruflicher Bildungsgänge. Dank des dualen Ausbildungssystems sind junge Menschen in Deutschland sehr gut in den Arbeitsmarkt integriert. Es scheint jedoch einen Zielkonflikt zu geben: Der Erwerb berufsspezifischer Kompetenzen in einem recht frühen Alter geht zulasten der alltagsmathematischen und der Lesekompetenzen sowie von Kompetenzen, die das lebenslange Lernen erleichtern, wie Kreativität und kritisches Denken. Dies mindert später die Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Arbeitsmarktanforderungen. In den Ländern mit dem höchsten Angebot an unternehmensbasierter beruflicher Bildung, zu denen auch Deutschland gehört, weisen Arbeitskräfte ab 45 Jahren, die einen allgemeinbildenden Bildungszweig absolviert haben, eine größere Beschäftigungswahrscheinlichkeit auf (Hampf, F. und L. Woessmann, 2017^[176]). Außerdem erzielen Arbeitskräfte, die sich nicht für einen beruflichen Bildungszweig entschieden haben, in Deutschland nach ungefähr acht Jahren Arbeitsmarktteilnahme ein höheres Gehalt (Cörvers et al., 2011^[177]). Untersuchungen auf der Basis von Mikrozensus-Daten kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Sie ergaben zudem, dass Arbeitskräfte, die einen allgemeinbildenden Bildungszweig absolviert haben, sich später mit größerer Wahrscheinlichkeit beruflich weiterbilden (Hanushek et al., 2017^[178]). Die mit der Automatisierung und dem digitalen Wandel einhergehenden technologischen Veränderungen können dazu führen, dass berufsspezifische Kompetenzen schneller veralten (Krueger, D. und K. Kumar, 2004^[179]).

Daher kommt es entscheidend darauf an, sicherzustellen, dass Absolvent*innen beruflicher Bildungsgänge über hohe Grundkompetenzen verfügen. Eine Möglichkeit, ihnen diese Kompetenzen zu vermitteln, wäre die allgemeinbildende Komponente beruflicher Bildungsgänge auszubauen, wie im *Wirtschaftsbericht Deutschland 2018* vorgeschlagen (OECD, 2018^[3]). Um dies zu erreichen, könnte z. B. den Fächern

Mathematik und Deutsch in der für das Berufsabschlusszeugnis ausschlaggebenden Prüfung mehr Gewicht beigemessen werden. Dies würde die Motivation in diesen Fächern steigern und die Bedeutung grundlegender Kompetenzen unterstreichen, insbesondere für digitalisierte Tätigkeiten. Mehr Zeit für die Stärkung grundlegender Kompetenzen würde zudem Schüler*innen, die schulisch im Rückstand sind, bei der Suche nach einer Ausbildungsstelle helfen (Bergseng, B., E. Degler und S. Lüthi, 2019_[180]).

Eine andere Möglichkeit zur Stärkung der Grundkompetenzen wäre es, die Wahl des Schultyps auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben. Die Aufteilung der Schüler*innen auf verschiedene Schultypen erfolgt in der Bundesrepublik in der Regel im Alter von 10 Jahren, im Vergleich zu 15 oder 16 Jahren in der Mehrheit der OECD-Länder. Deutschland weist daher eine stärkere Konzentration leistungsschwacher und leistungsstarker Schüler*innen an bestimmten Schulen auf, als dies im OECD-Durchschnitt der Fall ist (OECD, 2019_[117]). Es gibt zahlreiche internationale Belege dafür, dass die frühe Aufteilung auf verschiedene Schultypen mit Bildungsungleichheiten assoziiert ist, sowohl in Bezug auf die Schülerleistungen als auch auf den Effekt des familiären Hintergrunds der einzelnen Schüler*innen auf deren Leistungen und weitere Laufbahn (OECD, 2016_[181]). Umgekehrt gibt es auch keine Belege dafür, dass die frühe Aufteilung einen positiven Effekt für besonders leistungsstarke Schüler*innen hat (Smidova, 2019_[182]). Der Zusammenhang zwischen Schülerleistungen und sozioökonomischem Hintergrund ist in Berlin und Brandenburg deutlich schwächer, wo die Grundschule allgemein bis zum Alter von 12 Jahren dauert, was nicht zulasten niedrigerer Durchschnittsergebnisse geht (Woessmann, 2009_[183]).

Einen verstärkten Einsatz von IKT-Tools in Schulen durch digitale Aus- und Weiterbildung der Lehrkräfte ergänzen

Wenn die Lehrkräfte über die richtigen Kompetenzen verfügen, kann die Nutzung von IKT-Tools in Schule und Unterricht den Schüler*innen dabei helfen, Kompetenzen für das 21. Jahrhundert zu entwickeln. Zudem kann der Einsatz von IKT-Tools das Engagement der Schüler*innen fördern. Bei der Ausstattung der Schulen mit IKT-Tools und den Kompetenzen der Lehrkräfte zur effektiven Nutzung dieser Tools ist Deutschland den Aussagen der Schulleitungen zufolge gegenüber anderen Ländern im Rückstand (Abbildung 2.23).

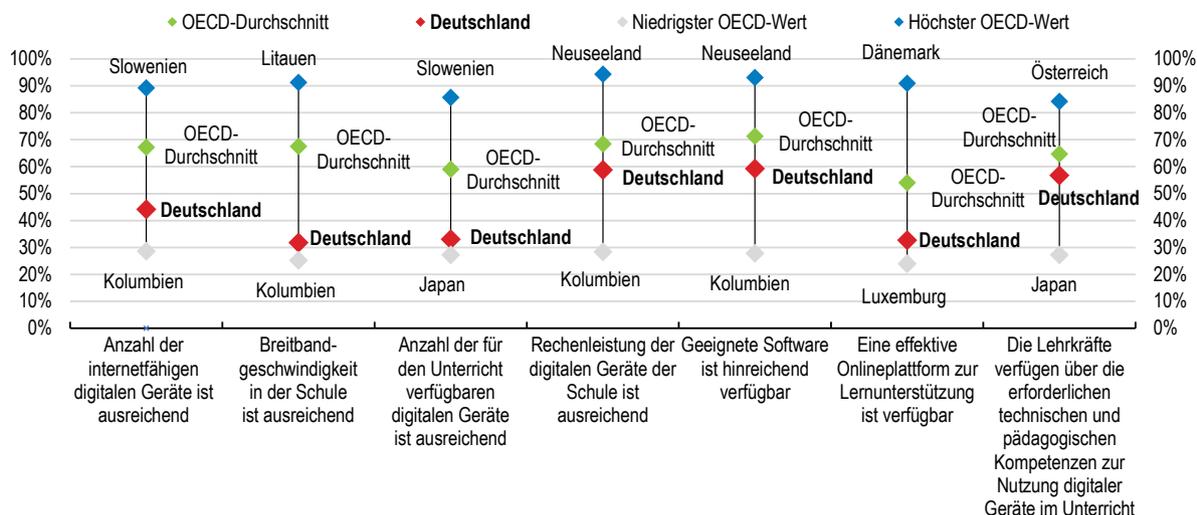
Mit dem DigitalPakt Schule stellt der Bund rd. 6,5 Mrd. EUR zur Verfügung, um eine digitale Bildungsinfrastruktur aufzubauen, alle Schulen mit einem Breitbandanschluss auszustatten und alle Lehrkräfte und – falls notwendig – Schüler*innen mit geeigneten Endgeräten auszurüsten. Ein Jahr nach Start des Programms ist die Auszahlung der Fördermittel allerdings nur langsam vorangekommen. Dieser Prozess muss dringend beschleunigt werden, da die Schulen im aktuellen Kontext zunehmend auf digitale Instrumente angewiesen sind, um die Bildungskontinuität zu gewährleisten.

Zusätzlich zum breiten Einsatz digitaler Technologien in den Schulen müssen die Lehrkräfte mit den notwendigen Kompetenzen zur Nutzung der neuen Infrastrukturelemente, Geräte und Softwareprogramme ausgestattet werden. Wenn digitale Ressourcen von Lehrkräften genutzt werden, denen es an den notwendigen Kompetenzen dazu fehlt, z. B. weil sie nicht mit digitalen Technologien vertraut sind, kann das den Unterricht behindern und sich negativ auf die Lernergebnisse auswirken (OECD, 2019_[184]). Mangelnde Erfahrung der Lehrkräfte mit digitalen Technologien dürfte auch dazu führen, dass das Lernen von zu Hause aus weniger effizient ist.

Investitionen in die Ausbildung der Lehrkräfte würden helfen, die Kompetenzen der Schüler*innen zu erhöhen, und eine bessere Einbindung der digitalen Werkzeuge in die Lehrmethoden ermöglichen. In den vergangenen Jahren haben Bund und Länder verstärkt Anstrengungen unternommen, um die Lehramtsausbildung zu optimieren (BMBF, 2019_[185]). Die Vergrößerung der IKT-Kompetenzen der bereits tätigen Lehrkräfte stellt allerdings noch immer eine Herausforderung dar. Im OECD-Raum werden verschiedene Maßnahmen genutzt, um den Bedarf an Lehrerfort- und -weiterbildung im IKT-Bereich zu decken, von verpflichtenden Schulungen bis hin zu nationalen Standards zur Akkreditierung oder Zertifizierung der Lehrkräfte (OECD, 2019_[159]) (Kasten 2.6).

Abbildung 2.23. Deutschland im Rückstand bei der Nutzung von IKT-Tools in Schulen und der digitalen Aus- und Weiterbildung der Lehrkräfte

Prozentsatz der Schüler*innen in Schulen, deren Leitung Aussagen über die Fähigkeit ihrer Schule, das Lernen und Lehren durch die Nutzung digitaler Geräte zu verbessern, eher oder ganz zustimmt



Quelle: OECD-Berechnungen auf der Basis von PISA (2018).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201363>

Kasten 2.6. Strategien zur Erhöhung der IKT-Kompetenzen von Lehrkräften

Die Erstellung von Standards ist eine Möglichkeit, wie die OECD-Länder die IKT-Kompetenzen ihrer Lehrkräfte verbessern können. In Dänemark z. B. wurde ein freiwilliger Lehrgang zum Erwerb einer „pädagogischen IKT-Lizenz“ entwickelt, bei dem den Lehrkräften grundlegende IKT-Kompetenzen sowie Kenntnisse zur Nutzung von IKT im Unterricht vermittelt werden. Dieser Lehrgang wurde zunächst als berufsbegleitende Fortbildungsmaßnahme angeboten, dann aber auf die Lehrerausbildung und allgemeinbildende Bildungsgänge des Sekundarbereichs II ausgeweitet. Die Lizenz ist Teil des Lehrprogramms der pädagogischen Fakultäten, auch wenn die Teilnahme nicht verpflichtend ist (OECD, 2019_[159]).

Lehrerfort- und -weiterbildung kann in Form von traditionellen Präsenzveranstaltungen oder Online-Kursen stattfinden. In Spanien, Frankreich, Slowenien, Schweden und im Vereinigten Königreich werden die Fort- und Weiterbildungskurse zu digitaler Bildung zunehmend online angeboten. In Frankreich finden die meisten Weiterbildungskurse zu Digitalkompetenzen online statt. Seit 2014 nahmen 362 000 Lehrkräfte über digitale Plattformen an den Kursen teil. Selbstbewertungsinstrumente können den Lehrkräften helfen, ihre eigene Leistung zu beurteilen und zu sehen, wo noch Verbesserungspotenzial besteht. In Finnland können die Lehrkräfte ihre IKT-Nutzung im Unterricht mit einem Online-Selbstbewertungsinstrument messen und analysieren. Dies liefert Lehrkräften, Schulen und Kommunalvertretern Informationen darüber, wie sie bei der IKT-Nutzung im Vergleich zu anderen dastehen (Europäische Kommission, 2019_[186]).

Die Integration digitaler Technologien in nationale Prüfungen könnte Lehrkräfte (und Schüler*innen) anspornen, ihre IKT-Kompetenzen zu verbessern. Die landesweite Abschlussprüfung im Sekundarbereich II wurde in Finnland nach und nach digitalisiert und wird seit 2019 vollständig digital durchgeführt (Europäische Kommission, 2019_[186]). Finnland schuf außerdem 2 500 befristete Mentoring-Stellen, um die Lehrkräfte beim Einsatz neuer Technologien zu unterstützen und die Nutzung digitaler Umgebungen zu fördern (Europäische Kommission, 2018_[187]).

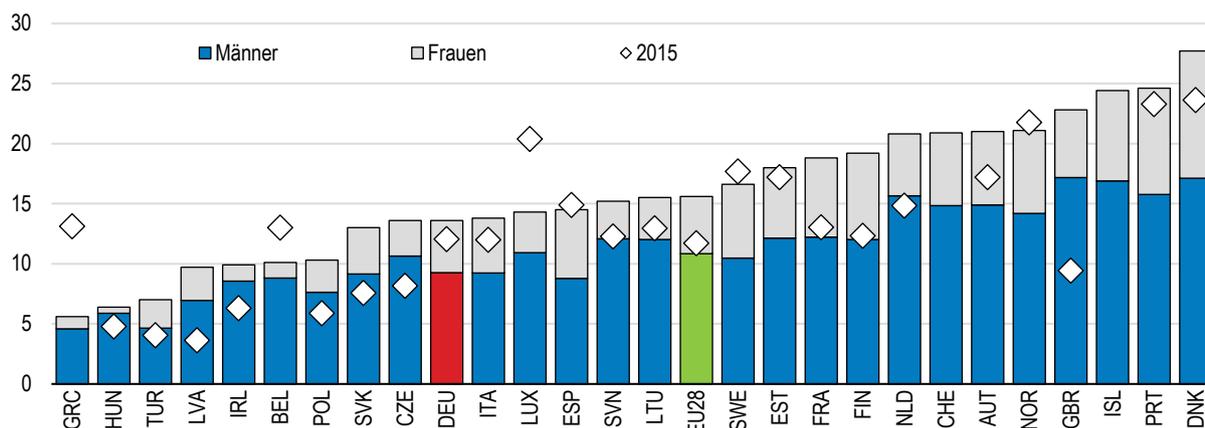
Quelle: (OECD, 2019_[159]); (Europäische Kommission, 2019_[186]); (Europäische Kommission, 2018_[187]).

Die Computer- und Programmierkenntnisse müssen erhöht werden, vor allem bei Frauen

Da informatisches Denken (*computational thinking*) und Programmierkenntnisse weiter an Bedeutung gewinnen, sollten die Lehrpläne entsprechend aktualisiert werden. Seit Mitte der 1990er Jahre hat der Anteil der Informatikberufe unter den MINT-Tätigkeiten drastisch zugenommen (Spitz-Oener, 2018_[188]). 2017 hatten 12 % der 20- bis 24-Jährigen in Deutschland in den vorangegangenen 12 Monaten eine Programmieraktivität unternommen, gegenüber nur 3 % der 45- bis 54-Jährigen. Die Bundesrepublik ist in diesem Bereich gegenüber den meisten EU-Ländern im Rückstand und hat seit 2015 kaum Fortschritte erzielt (Abbildung 2.24). Besonders auffällig ist der geschlechtsspezifische Unterschied. Frauen stellen 32 % der 16- bis 24-jährigen Programmierer*innen, im Vergleich zu rd. 38 % in Finnland, Dänemark und Spanien. Viele EU-Länder haben in jüngster Zeit ihren nationalen Lehrplan im Hinblick auf Digitalkompetenzen überarbeitet. Dies gilt auch für Deutschland, wo die Kultusministerkonferenz ihre Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ vorgelegt hat. Anders als in den meisten EU-Ländern gehört Programmieren aber nicht zu den in dieser Strategie vorgesehenen Lernzielen (Europäische Kommission, 2019_[186]).

Abbildung 2.24. Anteil junger Erwachsener mit Programmierkenntnissen eher gering

16- bis 24-Jährige mit Programmierkenntnissen in Prozent aller Internetnutzer*innen im Alter von 16-24 Jahren, 2019



Quelle: OECD Going Digital Toolkit, <https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/54/>.

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201382>

Würde die Mehrzahl der Schüler*innen bereits früh in ihrer Bildungslaufbahn mit informatischem Denken vertraut gemacht, würden sich ihnen deutlich mehr Möglichkeiten eröffnen und könnte die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft gesteigert werden. Wenn Schüler*innen durch das Programmieren in informatischem Denken geschult werden, können sie sowohl ihre Problemlöse- als auch ihre Digitalkompetenzen steigern. Zudem können sie ein besseres Verständnis der Mechanismen und Konzepte erlangen, die neuen Technologien zugrunde liegen. In Frankreich wurde 2019 im Sekundarbereich II ein Pflichtfach zu Informatik und Technologie eingeführt (OECD, 2019_[159]). In naher Zukunft wird es möglicherweise weniger darum gehen, die Programmierkenntnisse an sich zu steigern, sondern vielmehr das informatische Denken zu fördern. Dies könnte in vielen Fächern geschehen und von den aktuell tätigen Lehrkräften übernommen werden.

Positive erste Erfahrungen mit dem Programmieren können zudem geschlechtsspezifische Unterschiede verringern. Einer neueren Studie zufolge steigt das Interesse der Mädchen an Technologie und ihre Selbstwirksamkeit in diesem Bereich, wenn ihnen bereits in der ersten Klasse die Möglichkeit gegeben wird, das Programmieren auszuprobieren. Die diesbezüglich zwischen Mädchen und Jungen bestehenden

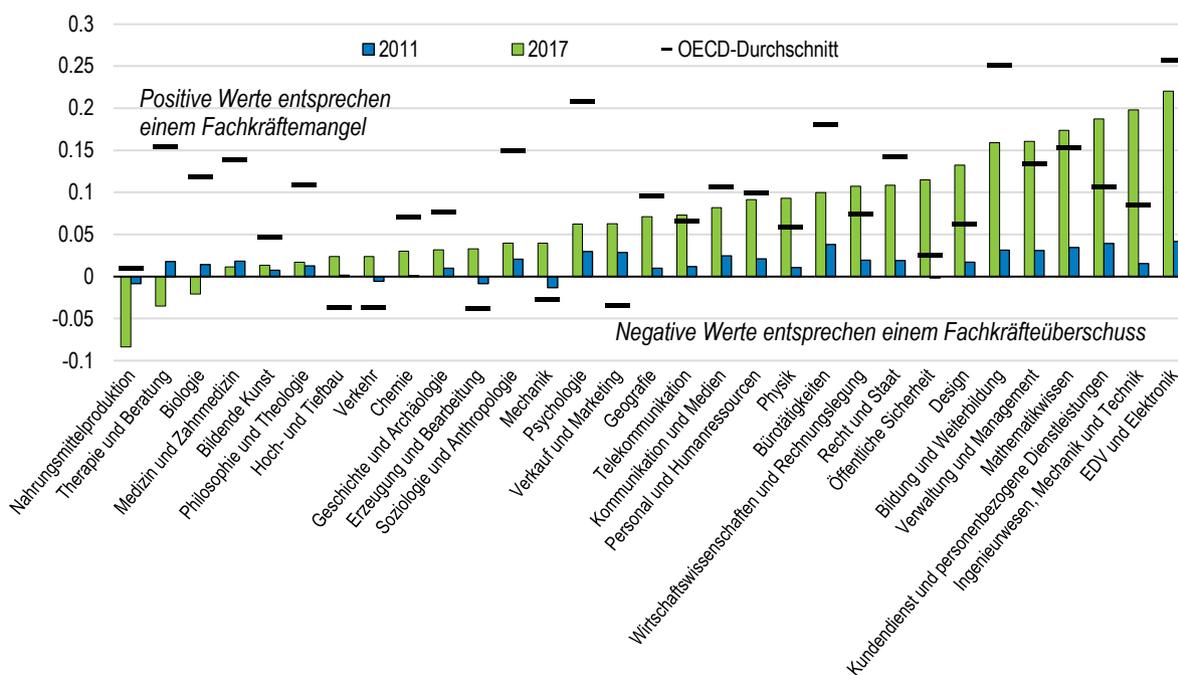
Unterschiede werden damit beseitigt (Master et al., 2017_[189]). In Italien führte ein auf Mittelstufenschülerinnen ausgerichteter Programmierkurs bei den Teilnehmerinnen zu einem Anstieg des Interesses an einer späteren Tätigkeit als Computerprogrammiererin um 10 % (Carlana, M. und M. Fort, 2020_[190]).

Mehr Studienmöglichkeiten in MINT- und IKT-Fächern schaffen

Vor der Corona-Pandemie herrschte der größte Fachkräftemangel in der EDV-Branche, der Elektroindustrie sowie in ingenieur- und mathematisch-naturwissenschaftlichen Spezialistenberufen. Dieser Mangel war 2017 stärker ausgeprägt als 2011, obgleich die Zuwanderung entsprechend qualifizierter Arbeitskräfte erheblich zugenommen hat (Abbildung 2.25) (Anger et al., 2020_[191]). Diese Wissensbereiche sind eng mit den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) verbunden. Erwachsene mit einem Tertiärabschluss in Ingenieurwesen, Fertigung und Bauwesen und Absolventen einer IKT-bezogenen Fachrichtung verdienen in etwa das Doppelte wie Absolventen des Sekundarbereichs II. Damit ist ihr Lohnvorteil einer der höchsten im OECD-Raum (OECD, 2019_[175]). Da die Nachfrage nach diesen Kompetenzen höher ist als das Angebot, hat sich der Lohnvorteil in MINT-Berufen seit Mitte der 1990er Jahre sowohl für Männer als auch für Frauen vergrößert (Spitz-Oener, 2018_[188]).

Abbildung 2.25. Erheblicher Fachkräftemangel in MINT-Wissensbereichen

Wissensbereiche mit Fachkräftemangel bzw. Fachkräfteüberschuss



Anmerkung: In der OECD-Datenbank *OECD Skills for Jobs* wird zwischen Mangel- und Überschussberufen unterschieden. Diese Ungleichgewichte werden anhand eines zweistufigen Ansatzes gemessen. Zunächst wird ein „berufsbezogener Indikator für den Fachkräftemangel“ für 33 Berufe auf der Basis einer Analyse des Lohnwachstums, des Beschäftigungswachstums, des Wachstums der geleisteten Arbeitsstunden, der Arbeitslosenquote und der Veränderung der Unterqualifizierung berechnet. Für jedes Land wird der langfristige Trend mit dem gesamtwirtschaftlichen Trend verglichen. Auf der Basis der O*NET Datenbank wird dann der „berufsbezogene Indikator für den Fachkräftemangel“ herangezogen, um Indikatoren für Fachkräftemangel und Fachkräfteüberschuss zu erstellen. Wissensbereiche beziehen sich auf die Gesamtheit der Kenntnisse, die die sachgerechte Ausübung des jeweiligen Berufs ermöglichen (z. B. Mathematikwissen im Fall eines* einer Volkswirt*in).
Quelle: *OECD Skills for Jobs* (Datenbank).

Darüber hinaus hat die Nachfrage nach IKT-Spezialist*innen zugenommen, weshalb die Unternehmen vor der Corona-Pandemie über wachsende Schwierigkeiten bei der Besetzung offener Stellen berichteten. Die Zahl der als IKT-Spezialisten Beschäftigten ist zwischen 2012 und 2018 um 20 % gestiegen, was dem 2,8-fachen des Wachstums der Gesamtbeschäftigung entsprach. Dennoch liegt der Anteil der IKT-Spezialist*innen an der Gesamtbeschäftigung in Deutschland noch immer unter dem EU-Durchschnitt. Offenbar verhindern Angebotsengpässe einen stärkeren Zuwachs. 2018 berichteten mehr als zwei Drittel der Unternehmen, die IKT-Spezialist*innen suchten, von Problemen bei der Stellenbesetzung, gegenüber weniger als die Hälfte im Jahr 2014. Fachkräftemangel führt zu Lohnerhöhungen: Zwischen 2001 und 2016 stiegen die Löhne im IKT-Sektor um 35 %, im Vergleich zu einem Wachstum der Arbeitsproduktivität insgesamt von 25 % (OECD, 2017_[192]).

Das begrenzte Angebot an MINT-Absolvent*innen und IKT- und Datenspezialist*innen verlangsamt die Einführung neuer Technologien und bremst die Innovationstätigkeit. Die Beschäftigung von IKT-Spezialist*innen in den Unternehmen ist z. B. stark mit der Nutzung wesentlicher IKT-Tools und -Aktivitäten assoziiert (Tabelle 2.2), die die Digitalisierung und datenbasierte Innovationen ermöglichen. Das begrenzte Angebot wirkt sich auf KMU besonders negativ aus, was erklären könnte, weshalb sie ihre FuE-Ausgaben in den vergangenen zehn Jahren nicht erhöht haben (Europäische Kommission (Hrsg.), 2018_[111]). Der Fachkräftemangel deutet darauf hin, dass Anreize für Investitionen in FuE ohne ergänzende Maßnahmen zur Erhöhung des Fachkräfteangebots nicht ausreichen, um zu gewährleisten, dass die Unternehmen die Vorteile des digitalen Wandels nutzen können. Solche Anreize könnten stattdessen nur zu einem Anstieg der Löhne des bestehenden Fachkräftepools führen.

Tabelle 2.2. IKT-Spezialist*innen unerlässlich für die Nutzung wesentlicher IKT-Tools und -Aktivitäten in den Unternehmen

Geschätzte Veränderung der Wahrscheinlichkeit der Nutzung von IKT-Tools und -Aktivitäten in deutschen Unternehmen nach Beschäftigung von IKT-Spezialist*innen und IT-Fortbildungsangeboten für die Beschäftigten (in Prozentpunkten)

	ERP	CRM	E-Purchasing	E-Sales	Soziale Medien	Cloud-Computing	BDA
Beschäftigung von IKT-Spezialisten	10.668***	10.668***	10.668***	10.668***	10.668***	10.668***	10.668***
IT-Fortbildungen für die Beschäftigten	10.012***	7.835***	8.015***	4.581***	3.027***	5.631***	3.221***
Beobachtungen/ Unternehmen	24685/22316	24593/22241	24857/22467	30126/26511	26330/22724	9488/8546	5821/5821
Erhebungsjahre	2012-2015, 2017	2012, 2014, 2015, 2017	2012-2015, 2017	2012-2017	2013-2017	2014, 2016	2016

Anmerkung: Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten, ohne Finanzbranche. Diese Tabelle gibt Ergebnisse von OLS-Regressionen auf der Grundlage einer repräsentativen Stichprobe von Mikrodaten für deutsche Unternehmen wieder. Die Koeffizienten entsprechen der Zunahme der Wahrscheinlichkeit der Nutzung eines bestimmten IKT-Tools oder einer bestimmten IKT-Aktivität in Prozentpunkten, wenn die Unternehmen IKT-Spezialist*innen beschäftigen oder IT-Fortbildungen für ihre Beschäftigten anbieten. Zusätzlich zu einer Reihe von Kontrollvariablen sind in den Regressionen (außer für Big Data) fixe Jahres-, Kommunal- und Brancheneffekte (Branchen auf vierstelliger Ebene) berücksichtigt. Für Big Data werden fixe Effekte auf Kreis- statt auf Kommunalebene verwendet. Tabelle A1 im Anhang enthält nähere Einzelheiten. Standardfehler sind auf Kommunalebene geclustert (nicht angegeben); ***, ** und * geben die Signifikanz bei 1 %, 5 % bzw. 10 % an. ERP steht für Enterprise Resource Planning (Unternehmensressourcenplanung), CRM für Customer Relationship Management (Kundenbeziehungsmanagement) und BDA für Big-Data-Analyse.

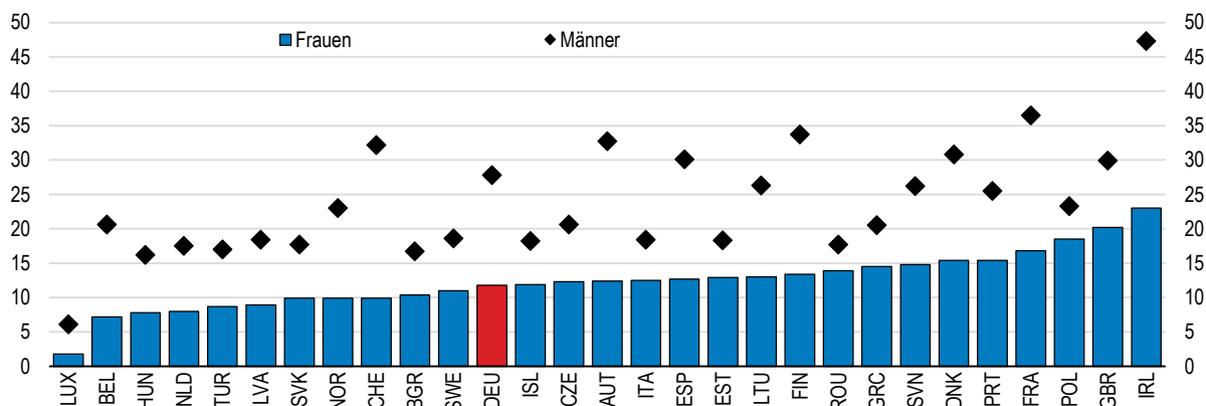
Quelle: Alipour (erscheint demnächst_[15]).

Die Ausweitung der Möglichkeiten zum Studium MINT- und IKT-bezogener Fächer an Hoch-, Fachhoch- und Fachschulen ist von entscheidender Bedeutung, um dem Fachkräftemangel auf lange Sicht zu begegnen. Obwohl der Anteil der MINT-Absolvent*innen unter den Hochschulabsolvent*innen in Deutschland zu den höchsten im OECD-Raum zählt, ist der Anteil der MINT-Absolvent*innen (aller Altersgruppen) je

1 000 Einwohner im Alter von 20-29 Jahren geringer als in den führenden EU-Ländern, vor allem in der weiblichen Bevölkerung (Abbildung 2.26). Der Anteil der IKT-Tertiärabsolvent*innen liegt ebenfalls unter dem der führenden OECD-Länder (OECD, 2019_[32]). Der MINT-Aktionsplan, der 2019 vorgestellt wurde, soll junge Menschen für MINT-Fächer und -Berufe begeistern. Die Vernetzungs-, Finanzierungs- und Kommunikationsmaßnahmen, die dieser Plan vorsieht, sind besonders auf Mädchen und Frauen ausgerichtet.

Abbildung 2.26. Anteil der MINT-Absolvent*innen unter dem führender Länder

Tertiärabsolvent*innen in Naturwissenschaften, Mathematik, Informatik, Ingenieurwesen, Fertigung und Bauwesen, je 1 000 Einwohner im Alter von 20-29 Jahren, 2018



Quelle: Eurostat, *Education and Training (educ)* (Datenbank).

StatLink  <https://doi.org/10.1787/888934201420>

Eine stärkere Durchlässigkeit zwischen den Bildungsbereichen kann bessere Zugangsmöglichkeiten schaffen. Trotz umfangreicher Reformen werden die Möglichkeiten des Übergangs von der postsekundären Berufsbildung in Hochschulstudiengänge nach wie vor kaum genutzt (Fazekas, M. und S. Field, 2013_[193]; OECD, 2019_[175]). Ein solcher Wechsel könnte u. a. durch mehr bilaterale Vereinbarungen zwischen Fachschulen und Hochschulen zur Anerkennung von bereits erbrachten Lernleistungen erleichtert werden. Ein größeres Angebot an interdisziplinären IKT-bezogenen Bildungsgängen könnte zudem dazu beitragen, mehr Interesse bei Frauen zu wecken. Der Frauenanteil in Studiengängen wie Bioinformatik, Medieninformatik und medizinische Informatik ist in Deutschland vergleichsweise hoch (empirica, 2019_[194]).

Kürzere Bildungsgänge können eine Umverteilung von freigesetzten Arbeitskräften und Studienabgängern auf Berufe und Branchen fördern, in denen die Nachfrage höher ist. In Estland wurde das Angebot beispielsweise mit einem Bildungsgang ausgeweitet, der es Postgraduierten ermöglicht, einen Bachelor-Abschluss in Programmieren zu erwerben, indem sie an einem sechsmonatigen Softwareentwicklerprogramm teilnehmen. In Deutschland könnten die Fachschulen diese Art von Bildungsgängen anbieten. Auf diese Weise könnten Menschen, die wertvolle Erfahrung und Vorkenntnisse besitzen, mit digitalem Know-how ausgerüstet werden. Solche multidisziplinären Kompetenzen können sowohl im IKT-Sektor als auch in traditionellen Wirtschaftszweigen nützlich sein. Zudem können sie bessere Verbindungen zwischen IKT- und Nicht-IKT-Branchen fördern (OECD, 2019_[195]). Die Zuwanderung aus Drittstaaten kann ebenfalls für ein höheres Fachkräfteangebot sorgen.

Eine Veränderung der geschlechtsspezifischen Wahrnehmung von IKT-Berufen würde dazu beitragen, das Angebot an MINT-Absolvent*innen und IKT-Spezialist*innen zu erhöhen und das Verdienstgefälle zwischen Männern und Frauen zu verringern. Frauen machten 2018 gerade einmal 18 % der IKT-Spezialist*innen aus. Bei den Ingenieur*innen liegt der Frauenanteil in der gleichen Größenordnung. Die Löhne

für Ingenieur*innen und IKT-Spezialist*innen sind sowohl für Männer als auch für Frauen hoch, und die Verdienstlücke ist unter IKT-Spezialist*innen kleiner als in den meisten anderen Berufen (Wrohlich, K. und A. Zucco, 2017_[196]). Ein Grund für die geringere Gender-Pay-Gap ist die größere Flexibilität bei Arbeitszeiten und Arbeitsorten (Goldin, 2014_[197]). Bereits vor der Corona-Krise arbeiteten rd. 75 % der IKT-Beschäftigten in Deutschland häufig oder gelegentlich von zu Hause aus, was mit Ausnahme des Lehrerberufs den höchsten Anteil unter allen Berufen darstellte (Alipour, J., O. Falck und S. Schüller, 2020_[198]).

Indem weibliche Rollenmodelle stärker hervorgehoben, Geschlechterstereotypen bekämpft und Mädchen frühzeitig mit Technologie in Berührung gebracht werden, lassen sich geschlechtsspezifische Wahrnehmungen von IKT verändern (OECD, 2019_[199]). Im Alter von 15 Jahren streben lediglich 0,8 % der Mädchen – gegenüber 6,6 % der Jungen – einen IKT-Beruf an (OECD, 2019_[199]). Stereotype Vorstellungen und soziale Normen, die die Berufswahl beeinflussen, werden häufig von der Gesellschaft und insbesondere den Eltern und Lehrkräften geprägt (Carlana, 2018_[200]). Kampagnen, die auf eine von Geschlechterstereotypen freie Berufs- und Studienorientierung hinwirken sollen, wie z. B. die 2016 ins Leben gerufene Initiative „Klischeefrei“, sind daher zu begrüßen. Dass Frauen ein Studium in MINT-Fächern mit höherer Wahrscheinlichkeit abbrechen (Isphording, I. und P. Qendrai, 2019_[201]), unterstreicht, wie wichtig es ist, nicht nur die Motivation zur Aufnahme eines MINT-Studiengangs zu steigern, sondern auch die Motivation, dieses Studium abzuschließen. Frauen, die bereits ein MINT-Fach studieren, könnten von Mentoring durch andere Frauen (Dennehy, T. und N. Dasgupta, 2017_[202]), Lerngruppen (Russell, 2017_[203]) und alternativen Lehrmethoden profitieren.

Geringqualifizierte zur Teilnahme an Erwachsenenbildung ermutigen

Obwohl die Gefahr einer Verschlechterung der Arbeitsmarktaussichten für Geringqualifizierte am größten ist, nehmen sie mit nicht einmal halb so hoher Wahrscheinlichkeit an Erwachsenenbildung teil wie Höherqualifizierte. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Weiterbildungserträge für sie geringer sind, u. a. aufgrund ihres geringeren Grundkompetenzniveaus, das ihre Fähigkeit zum Lernen und zur Anwendung des Gelernten beeinträchtigt. Die Erträge für die Arbeitgeber könnten dabei besonders gering ausfallen, da sie zudem Gefahr laufen, Arbeitnehmer an die Konkurrenz zu verlieren, nachdem sie in ihre Kompetenzen investiert haben (OECD, 2003_[204]). Ein weiterer Grund für ihre geringere Weiterbildungsteilnahme könnte sein, dass es für Geringqualifizierte schwieriger ist, ihren Lernbedarf zu erkennen. Deshalb ist es auch weniger wahrscheinlich, dass sie nach entsprechenden Weiterbildungsmöglichkeiten suchen (Windisch, 2015_[205]).

Die gesellschaftlichen Weiterbildungserträge dürften indessen gerade für geringqualifizierte Erwachsene höher sein. Weiterbildung kann z. B. dazu beitragen, den Bedarf an Arbeitslosengeldleistungen und sonstigen Transferzahlungen für Niedrigeinkommenshaushalte zu senken und das Wachstum inklusiver zu gestalten (OECD, 2018_[3]). Im Kontext des digitalen Wandels könnten die gesellschaftlichen Erträge aus der Weiterbildung von Geringqualifizierten sogar noch höher ausfallen, da Weiterbildung den Anpassungsprozess erleichtert und so verhindert, dass strukturelle Arbeitslosigkeit entsteht (IAB, 2019_[206]). Außerdem ist der Zusammenhang zwischen Weiterbildung und einer rascheren Einführung wesentlicher IKT-Tools und -Aktivitäten für Geringqualifizierte stärker als für Hochqualifizierte (Andrews, D., G. Nicoletti und C. Timiliotis, 2018_[207]).

Outreach-Aktivitäten in den Unternehmen können wirksam sein, um Erwachsene zur Bildungsteilnahme zu bewegen (OECD, 2019_[208]). Beratung und Unterstützung für Unternehmen, insbesondere KMU, kann beispielsweise hilfreich sein, um geeignete Weiterbildungsangebote zu finden und so die Motivation zu erhöhen und eine passgenauere Anpassung an den künftigen Bedarf zu ermöglichen. Mit dem Qualifizierungschancengesetz hat die Bundesregierung vor kurzem Schritte in diese Richtung unternommen (BMAS, 2019_[209]). Gewerkschaften können eine Vermittlungsfunktion zwischen Arbeitgeber und geringqualifizierten Arbeitnehmer*innen erfüllen, die möglicherweise davor zurückschrecken, mit dem Arbeitgeber über ihren Weiterbildungsbedarf zu sprechen (OECD, 2019_[208]).

Maßnahmen zur Förderung des lebenslangen Lernens sind unerlässlich, um Kompetenzen zu entwickeln und an sich im Zeitverlauf verändernde Anforderungen anzupassen. Solche Maßnahmen sollten auf einer systematischen Feststellung der vorhandenen Kompetenzen und des Weiterbildungsbedarfs basieren. Berufsberatung ist ein wesentliches Element in Deutschlands Konzept: Während des gesamten Bildungs- und Erwerbslebens soll die Erwerbsbevölkerung mit professioneller Beratung und Orientierung begleitet werden. Das Arbeit-von-Morgen-Gesetz von 2020 zielt darauf ab, Erwachsenenbildung durch mehr finanzielle Unterstützung und weniger Bürokratie für Arbeitgeber und Arbeitnehmer zu erleichtern. Am wirksamsten sind solche Maßnahmen, wenn sie an eine systematische Kompetenz- und Bedarfsfeststellung gekoppelt sind, wie dies bei der portugiesischen Initiative „Digitalkompetenzen 2030“ der Fall ist (Kasten 2.7).

Eine bessere Validierung nicht zertifizierter, z. B. am Arbeitsplatz erworbener Kompetenzen, wie im letzten Wirtschaftsbericht empfohlen (OECD, 2018^[3]), kann die Anreize zur Teilnahme an Erwachsenenbildung erhöhen und den Arbeitskräften helfen, den Anforderungen neuer Technologien gerecht zu werden. Kompetenzanerkennung kann den Weg zur Qualifizierung verkürzen und damit die Kosten für die Lernenden senken. Über zwei Millionen Arbeitskräfte im Alter von 20-34 Jahren haben in Deutschland keinen zertifizierten Berufsabschluss (BMAS, 2019^[209]). Durch Zuwanderung entsteht ein Reservoir an Arbeitskräften, deren Kompetenzen nicht anerkannt sind. Migrant*innen mit einem ausländischen Abschluss sind in Deutschland mindestens dreimal so häufig für ihre jeweilige Tätigkeit überqualifiziert wie im Inland Geborene, selbst wenn sie vergleichbare Lesekompetenzen besitzen. In den meisten OECD-Ländern ist der Unterschied zwischen im Ausland und im Inland Geborenen geringer. Weitere Schritte zur Verkürzung der Ausbildungsdauer für Auszubildende mit einschlägiger Berufserfahrung würden dazu beitragen, die Zahl der Arbeitskräfte zu verringern, deren Kompetenzen nicht anerkannt sind. Dies wird aber nur zum Erfolg führen, wenn alle Beteiligte, d. h. auch die Arbeitgeber, von der Anerkennung der Kompetenzen der Arbeitskräfte profitieren. Eine andere Vergütungstabelle für verkürzte Ausbildungen könnte eine Möglichkeit sein, um die Arbeitgeber für solche Initiativen zu gewinnen (Kis, V. und H. Windisch, 2018^[210]).

Kasten 2.7. Die nationale Initiative Digitalkompetenzen 2030 in Portugal

Portugals nationale Initiative „Digitalkompetenzen 2030“ (INCoDe.2030) zielt darauf ab, die digitalen Kompetenzen auszuweiten, die Beschäftigungsfähigkeit und die berufliche Weiterbildung im Bereich der digitalen Technologien zu fördern und die Beteiligung an FuE-Netzwerken zu erhöhen. Die INCoDe.2030-Initiative geht das Konzept der Digitalkompetenzen breit an: Neben Kompetenzen zur effektiven Nutzung von digitalen Technologien und Daten sollen auch Kompetenzen zur Informationsverarbeitung, Kommunikation und Produktion digitaler Inhalte vermittelt werden.

INCoDe.2030 umfasst Maßnahmen zur Feststellung des Kompetenzbedarfs sowie zur Förderung von Weiterbildung und Arbeitsmarktteilhabe. Zudem wird den Bürger*innen mit einem dynamischen Instrument auf der Basis der europäischen Initiative DigComp 2.0 die Möglichkeit gegeben, ihr Kompetenzniveau zu bewerten und Wissenslücken zu erkennen. Für benachteiligte Gruppen wurden besondere Programme eingerichtet, u. a. über eine frei zugängliche Online-Bildungsplattform. Ebenfalls Gegenstand der Initiative sind lebenslanges Lernen und aktive Arbeitsmarktmaßnahmen, um freigesetzten Arbeitskräften bei der Integration in einen dynamischen Arbeitsmarkt zu helfen.

Quelle: OECD (2020^[77]).

Mit der 2019 verabschiedeten Nationalen Weiterbildungsstrategie stellt sich die Bundesregierung den Herausforderungen im Bereich der Kompetenzpolitik. Ziel der Strategie ist es, alle Weiterbildungsprogramme des Bundes und der Länder zu bündeln, sie entlang der Bedarfe der Beschäftigten und der Unternehmen auszurichten und eine neue Weiterbildungskultur zu etablieren. Zudem soll die Strategie die

Weiterbildungsstatistik optimieren, Beratungsangebote verbessern, bestehende Fördersysteme anpassen, Qualitätssicherung stärken und informell erworbene Kompetenzen in der beruflichen Bildung sichtbar machen. Darüber hinaus bietet sie geförderte Weiterbildung für Beschäftigte, die von Strukturwandel betroffen sind, unabhängig von ihrer Qualifikation. Außerdem sollen Bildungseinrichtungen als Kompetenzzentren für berufliche Weiterbildung strategisch weiterentwickelt werden.

Das Potenzial von Online-Bildungsangeboten als universellem Lerninstrument nutzen

IKT-Tools können den Zugang zur Erwachsenenbildung erleichtern, sie flexibler machen und ihre Qualität steigern. Open Education und frei zugängliche Massen-Online-Kurse ermöglichen es Menschen jeden Alters, jederzeit und überall zu lernen. Diese Kurse sind in der Regel kostenfrei oder zumindest sehr kostengünstig und werden häufig von Universitäten, darunter auch viele Spitzenuniversitäten, angeboten. Solche Angebote werden jedoch wenig genutzt. 2012 nahmen nur 5 % der Bundesbürger*innen an Open Education oder Fernunterricht teil, im Vergleich zu einem OECD-Durchschnittswert von 9 %. In Korea, das beträchtliche Erfahrung mit der Nutzung von Open-Education-Angeboten hat, liegt der Anteil bei nahezu 20 % (OECD, 2019^[159]). Eine flächendeckende Versorgung mit schnellem Internet, Zusammenarbeit zwischen den staatlichen Stellen bei der IKT-Förderung im Bildungsbereich und ein großer Bildungsmarkt erleichtern der koreanischen Bevölkerung die Teilnahme am digitalen Lernen. Während der Corona-Krise richtete Korea eine virtuelle Bildungsplattform ein, über die Bildungsanbieter ihre Kursinhalte hochladen können. Unterstützt wird diese Plattform durch Subventionen und Qualitätssicherungsmechanismen (OECD, 2020^[211]). Im Vereinigten Königreich wurde mit dem Skills Toolkit eine Online-Plattform geschaffen, auf der kostenfreie Online-Kurse in verschiedenen Bereichen, u. a. Digitalkompetenzen, digitales Marketing und Programmieren, angeboten werden (HM Government, o.J.^[212]).

Schwierig bleibt die Frage der Zertifizierung und/oder Anerkennung von im Rahmen von Online-Kursen erworbenen Kompetenzen (OECD, 2020^[1]). Um eine sachgerechte Zertifizierung zu gewährleisten, ist es entscheidend, dass die zuständigen staatlichen Stellen mit Bildungs- und Weiterbildungsanbietern, Arbeitgebern, Arbeitsvermittlungsagenturen und Sozialpartnern zusammenarbeiten. Dies ist Voraussetzung, damit das Potenzial von Open Education als universelles Lerninstrument voll ausgeschöpft werden kann. Eine Zertifizierung von Kompetenzen auf der Basis stringenter Tests würden die Unsicherheit der Arbeitgeber verringern und wäre für neu in den Arbeitsmarkt eintretende Kräfte von Vorteil (Kässi, O. und V. Lehdonvirta, 2019^[213]).

WICHTIGSTE ERKENNTNISSE	EMPFEHLUNGEN (Zentrale Empfehlungen in Fettdruck)
Eine nationale Strategie für den digitalen Wandel entwickeln	
Deutschland hat im Bereich der Digitalisierung mehrere Strategien aufgestellt. Die Verantwortlichkeiten für die Digitalisierungsmaßnahmen sind auf verschiedene Fachressorts verteilt, die Koordination erfolgt nur ad hoc bzw. punktuell.	Eine umfassende nationale Strategie für den digitalen Wandel entwickeln, mit der die anderen Strategien und Maßnahmen für die Digitalisierung unter Federführung eines Ministeriums oder Gremiums mit starkem Koordinierungsauftrag zusammengeführt und/oder aufeinander abgestimmt werden.
Engpässe in der Internetversorgung überwinden und Angebotsqualität steigern	
Der geringe Glasfaseranteil führt zu geringen Breitbandgeschwindigkeiten. Die öffentlichen Mittel für den Breitbandausbau wurden bislang nur langsam ausgezahlt.	Die Genehmigungsverfahren (einschließlich Wegerechte) für den Ausbau von Kommunikationsnetzen verkürzen und die Koordinierung zwischen den zuständigen Stellen verbessern.
Die Marktkonzentration bei Festnetz-Breitbandanschlüssen ist hoch. Zwei Unternehmen vereinen mehr als 70 % der Festnetz-Breitbandanschlüsse auf sich.	Die gemeinsame Nutzung passiver Netzelemente erleichtern und für transparentere Informationen über vorhandene passive Infrastrukturelemente wie Leerrohre sorgen. Die Wettbewerbsdynamik am deutschen Festnetz-Breitbandmarkt genau beobachten und Wettbewerb sowie Investitionen in der Internetversorgung von Mehrfamilienhäusern fördern.
Die Zahl der mobilen Breitbandanschlüsse ist geringer als im OECD-Durchschnitt und Deutschland ist bei der Datennutzung und den Datenübertragungsgeschwindigkeiten im Rückstand.	Die Mobilfunkstrategie planmäßig umsetzen. Die Möglichkeiten zur Nutzung öffentlicher Standorte für den Ausbau der Mobilinfrastruktur ausweiten. Verwaltungs- und Wegerechtsverfahren straffen.
Der Eintritt eines vierten Anbieters auf dem Mobilfunkmarkt verspricht Wettbewerbs- und Innovationssteigerungen.	Den Wettbewerb fördern, indem dem neuen Anbieter der Abschluss von National-Roaming-Abkommen erleichtert wird. Alle Marktteilnehmer berücksichtigen, wenn bestehende Frequenzlizenzen auslaufen. Die gemeinsame Infrastrukturnutzung erleichtern und fördern und zugleich ein ausreichendes Maß an Infrastrukturwettbewerb sichern.
Die Voraussetzungen für den digitalen Wandel in den Unternehmen verbessern	
Die Unternehmen sind bei der Nutzung wichtiger IKT-Tools und -Aktivitäten für die Datenwirtschaft im Rückstand. Dies gilt vor allem für KMU und Unternehmen in kleinen, abgelegenen Gemeinden. Außerdem könnten die Unternehmen mehr von ihren eigenen Sensoren oder Geräten erzeugte Daten für Big-Data-Analysen nutzen.	Sicherstellen, dass die Datenstrategie, an der die Bundesregierung gerade arbeitet, einen wirkungsvollen Data-Governance-Rahmen schafft, um Datenzugang und Datenbereitstellung – auch im öffentlichen Sektor – zu verbessern, und dass sie den Unternehmen die Erhebung und effektive Nutzung von (unternehmensbezogenen) Daten erleichtert.
Der digitale Wandel schafft Chancen und Herausforderungen für die Automobilindustrie, vor allem in den Bereichen autonomes Fahren und geteilte Mobilität in Städten.	Normungsanstrengungen im Hinblick auf Technologien des autonomen Fahrens durch strategischeres und koordinierteres Vorgehen in verschiedenen Normungsgremien, Konsortien und Wirtschaftsfeldern stärken.
Entscheidende Hindernisse für einen erfolgreichen digitalen Wandel in den Unternehmen überwinden	
Die Unternehmensinvestitionen in Wissenskapital, das für datenbasierte Innovationen entscheidend ist, wie z. B. Software, Datenbanken und Organisationskapital, sind gering und in den letzten zehn Jahren kaum gestiegen.	Die Rahmenbedingungen für Unternehmensinvestitionen in Wissenskapital verbessern, u. a. durch eine Prüfung der Bemessungsgrundlagenhöchstgrenze für die steuerliche Forschungs- und Entwicklungsförderung, damit diese auch von größeren mittelständischen Unternehmen stärker in Anspruch genommen werden kann.
KMU sind bei der Digitalisierung gegenüber Großunternehmen im Rückstand; sie würden von einer stärkeren Nutzung fortgeschrittener IKT-Tools und -Aktivitäten sowie höheren Investitionen in komplementäre immaterielle Werte profitieren.	Die Digitalisierung von KMU beschleunigen, indem die bereits vorhandene KMU-Förderung rasch umgesetzt und bei Bedarf aufgestockt wird und die Investitionsanreize für Sachkapital so ausgestaltet werden, dass sie die Ausgaben der Unternehmen für digitale Dienstleistungen nicht hemmen.
Bedenken hinsichtlich der digitalen Sicherheit verzögern die Einführung wesentlicher IKT-Tools und -Aktivitäten; zu wenige Unternehmen führen eine kontinuierliche Risikobewertung durch; der Cyber-Sicherheitsstrategie fehlt eine ausgeprägte auf Risikomanagement basierende Unternehmensperspektive.	Risikomanagement in den Unternehmen durch eine überarbeitete nationale Cyber-Sicherheitsstrategie fördern; alle Akteure sensibilisieren und in die Lage versetzen, digitale Sicherheitsrisiken zu verstehen und zu steuern; Anreize für kontinuierliche Risikobewertungen in den Unternehmen schaffen.
Die Unternehmensdynamik während der Erholung fördern, um die Technologieverbreitung zu beschleunigen	
Die Wagniskapitalinvestitionen sind als Anteil am BIP deutlich geringer als in den am besten abschneidenden Ländern, insbesondere was die Mittel für die Seed-Phase und die späteren Phasen betrifft.	Die Wirksamkeit der Instrumente für die Gründungs- und Wachstumsfinanzierung steigern, u. a. durch weniger Komplexität, mehr Finanzierungsmittel für spätere Entwicklungsphasen und bessere Bedingungen für Wagniskapitalinvestitionen von institutionellen Anlegern.
Die Bürokratiekosten für Unternehmen sind teilweise immer noch hoch, insbesondere der einmalige Erfüllungsaufwand und der Gründungsaufwand; zudem besteht noch Spielraum für eine stärkere Einbeziehung der betroffenen Akteure in den Rechtsetzungsprozess.	Bei Nachbesserungen des Bürokratienteilungsgesetzes den einmaligen Erfüllungsaufwand berücksichtigen; IKT-Tools nutzen, um die administrativen Verfahren für die Unternehmensgründung zu vereinfachen und die Akteursbeteiligung im Rechtsetzungsprozess zu verbessern.
Der Anteil der Unternehmen und Privatpersonen, die das Internet für Behördenkontakte nutzen, nimmt nur langsam zu und Deutschland ist bei der Öffnung des Zugangs zu Verwaltungsdaten (Open Government Data) im Rückstand; die inzwischen verpflichtende E-Vergabe könnte weiter verbessert werden.	Die Entwicklung hin zu digitaler Verwaltung und einem datenbasierten öffentlichen Sektor beschleunigen, mit besonderem Fokus auf Dienste mit hoher Wirkung, ebenenübergreifende Zusammenarbeit und Open Government Data. Daten aus E-Vergabe-Verfahren systematisch sammeln und nutzen.

Kompetenzen für das digitale Zeitalter fördern

Starke alltagsmathematische und Lesekompetenzen helfen den Menschen, neue Technologien zu nutzen. Sie haben in Deutschland einen stärkeren Effekt auf Erwerbseinkommen und Beschäftigung als in den meisten anderen OECD-Ländern. Dies ist ein Zeichen der starken Nachfrage nach solchen Kompetenzen.	Frühkindlicher Bildung Priorität einräumen, indem die Ausgaben für die Primarbildung erhöht werden, und Grundkompetenzen von Absolvent*innen beruflicher Bildungsgänge fördern, z. B. indem die allgemeinbildende Komponente beruflicher Bildungsgänge ausgebaut oder die Wahl des Schultyps auf einen späteren Zeitpunkt verschoben wird.
Bei der Nutzung von IKT in Schulen ist Deutschland gegenüber den meisten OECD-Ländern im Rückstand. Auch in Bezug auf informatisches Denken (<i>computational thinking</i>) und Programmierkenntnisse besteht noch Aufholbedarf, vor allem bei Frauen.	Mehr IKT-Fortbildungen für Lehrkräfte anbieten, damit Informations- und Kommunikationstechnologien in den Schulen effektiver genutzt werden können. Informatisches Denken schon früher fördern (was besonders den Mädchen zugutekommt) und Geschlechterstereotype in Bildung und Berufsberatung vermeiden.
Vor der Corona-Pandemie hatte die Nachfrage nach IKT-Spezialist*innen und Programmierkenntnissen immer weiter zugenommen: Die Löhne stiegen rasch und die Unternehmen berichteten über wachsende Schwierigkeiten bei der Besetzung offener Stellen.	Bessere Zugangsmöglichkeiten zu MINT- und IKT-Fächern schaffen, vor allem für Frauen, u. a. durch mehr Durchlässigkeit zwischen den postsekundären Bildungsbereichen, durch Lerngruppen und durch Mentoring von Frauen für Frauen.
Geringqualifizierte nehmen mit geringerer Wahrscheinlichkeit an Erwachsenenbildung teil, obwohl ihre Arbeitsplätze stärker von Veränderungen infolge der digitalen Transformation bedroht sind.	Die Teilnahme von Geringqualifizierten an Erwachsenenbildung erleichtern durch weitere Schritte zur Anerkennung nicht zertifizierter (z. B. am Arbeitsplatz erworbener) Kompetenzen und Outreach-Aktivitäten in den Unternehmen.

Literaturverzeichnis

- Adalet McGowan, M. und D. Andrews (2018), "Design of insolvency regimes across countries", [143]
OECD Economics Department Working Papers, No. 1504, OECD Publishing, Paris,
<https://dx.doi.org/10.1787/d44dc56f-en>.
- Alipour, J., O. Falck und S. Schüller (2020), "Germany's Capacities to Work from Home", *IZA* [198]
Discussion Paper, No. 13152, <http://ftp.iza.org/dp13152.pdf>.
- Alipour, J. (erscheint demnächst), *Understanding the links between broadband coverage, uptake, and technology diffusion in German firms*, [15]
- Andres, R. et al. (2020), "Capital incentive policies in the age of cloud computing: An empirical case study", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2020/07, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/4bedeb36-en>. [127]
- Andrews, D., C. Criscuolo und P. Gal (2016), "The Best versus the Rest: The Global Productivity Slowdown, Divergence across Firms and the Role of Public Policy", *OECD Productivity Working Papers*, No. 5, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/63629cc9-en>. [144]
- Andrews, D., G. Nicoletti und C. Timiliotis (2018), "Digital technology diffusion: A matter of capabilities, incentives or both?", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1476, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/7c542c16-en>. [207]
- Anger, C. et al. (2020), *MINT-Herbstreport 2018: MINT – Qualifizierung und Zuwanderung zur Stärkung von Forschung und Digitalisierung, Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall*, Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln, https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2018/MINT-Herbstreport-2018.pdf. [191]
- Antonczyk, D., T. DeLeire und B. Fitzenberger (2010), "Polarization and Rising Wage Inequality: Comparing the U.S. and Germany", *IZA Working Paper*, No. 4842, <http://ftp.iza.org/dp4842.pdf>. [174]

- ATEMIS, DGE und OI (2018), "CAP'IMMATERIEL", ATEMIS, Direction Générale des Entreprises und Observatoire de l'Immatériel, Paris, <http://www.cap-immateriel.fr> (Abruf: 28. September 2020). [112]
- Bardt, H. (2017), "Autonomous Driving – a Challenge for the Automotive Industry", *Intereconomics*, Vol. 52/3, S. 171-177, <http://dx.doi.org/10.1007/s10272-017-0668-5>. [81]
- Baruffaldi, S. et al. (2020), "Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2020/05, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/5f65ff7e-en>. [61]
- BBB (o.J.), "Investing in Ambition", British Patient Capital, British Business Bank, <https://www.britishpatientcapital.co.uk/about/>. [151]
- BDI (2020), *Innovationsindikator 2020*, Bundesverband der Deutschen Industrie, Berlin, http://www.innovationsindikator.de/fileadmin/content/2020/pdf/Innovationsindikator_2020-kompakt.pdf. [98]
- Bergseng, B., E. Degler und S. Lüthi (2019), *Unlocking the Potential of Migrants in Germany*, OECD Reviews of Vocational Education and Training, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/82ccc2a3-en>. [180]
- Bertelsmann Stiftung (2019), *Internationaler Vergleich des sektoralen Wissenskapitals*, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/BST_PIW05_08lay.pdf. [97]
- Bertelsmann Stiftung (2018), "Digitale Gesundheit: Deutschland hinkt hinterher", Pressemitteilung, 29. November, <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2018/november/digitale-gesundheit-deutschland-hinkt-hinterher/>. [37]
- Bitkom (2018), *Industrie 4.0: Status Quo und Perspektiven*, Studie für Ernst & Young, Bitkom Research, Berlin, <https://www.bitkom-research.de/en/Industrie-40-Status-Quo-und-Perspektiven-2018>. [47]
- BJDW (2018), "BJDW-Positionspapier zum Thema Regulierung", Beirat Junge Digitale Wirtschaft beim Bundesministerium für Wirtschaft, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bjdw-positions-papier-zum-thema-regulierung.pdf?__blob=publicationFile&v=4. [155]
- Bloom, N. und N. Pierri (2018), "Cloud Computing Is Helping Smaller, Newer Firms Compete", *Harvard Business Review*, 31. August, <https://hbr.org/2018/08/research-cloud-computing-is-helping-smaller-newer-firms-compete>. [35]
- BMAS (2019), "Nationale Weiterbildungsstrategie", 1. Juli, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin, <https://www.bmas.de/DE/Schwerpunkte/Nationale-Weiterbildungsstrategie/nws-artikel.html>. [209]
- BMAS (o.J.), "ESF-Bundesprogramm 'Zukunftszentren'", Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin, <https://www.experimentierraume.de/projekte/esf-bundesprogramm-zukunftszentren/> (Abruf: 1. Oktober 2020). [129]
- BMAS (o.J.), "Innovation Spaces", Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin, <https://www.experimentierraume.de/info/english/> (Abruf: 1. Oktober 2020). [128]

- BMAS und ESF (2020), "unternehmensWert: Mensch", Bundesministerium für Arbeit und Soziales und Europäischer Sozialfonds, <https://www.unternehmens-wert-mensch.de/startseite.html> (Abruf: 1. Oktober 2020). [130]
- BMBF (2019), *Eine Zwischenbilanz der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“*, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, https://www.qualitaetsoffensive-lehrerbildung.de/files/BMBF-Zwischenbilanz_Qualitaetsoffensive_Lehrerbildung_barrierefrei.pdf. [185]
- BMBF (2018), "High-tech Strategie 2025", Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, <https://www.bmbf.de/de/hightech-strategie-2025.html>. [69]
- BMF (2020), "Corona-Folgen bekämpfen, Wohlstand sichern, Zukunftsfähigkeit stärken – Ergebnis Koalitionsausschuss 3. Juni 2020", Eckpunktepapier, https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Konjunkturpaket/2020-06-03-eckpunktepapier.pdf?__blob=publicationFile&v=8. [24]
- BMF (2020), *Umsetzung des Konjunkturpakets – Mit Zuversicht und voller Kraft aus der Krise*, Pressemitteilung, 12. Juni, Bundesministerium der Finanzen, Berlin, <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Pressemitteilungen/Finanzpolitik/2020/06/2020-06-12-Umsetzung-Konjunkturpaket.html>. [103]
- BMF (2019), "Gesetz zur steuerlichen Förderung von Forschung und Entwicklung", 20. Dezember, Bundesministerium der Finanzen, Berlin, https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Gesetzestexte/Gesetze_Gesetzesvorhaben/Abteilungen/Abteilung_IV/19_Legislaturperiode/Gesetze_Verordnungen/2019-12-20-Forschungszulagengesetz-FZulG/0-Gesetz.html. [102]
- BMG (2019), "Gesetzes für mehr Sicherheit in der Arzneimittelversorgung (GSAV)", Bundesministerium für Gesundheit, Berlin, <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/gsav.html>. [41]
- BMG (2019), "Schnellere Termine, mehr Sprechstunden, bessere Angebote für gesetzlich Versicherte", Bundesministerium für Gesundheit, Berlin, <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/terminservice-und-versorgungsgesetz.html#:~:text=Patientinnen%20und%20Patienten%20sollen%20schneller,Mai%202019%20in%20Kraft%20tritt>. [42]
- BMG (o.J.), "Ärzte sollen Apps verschreiben können", Bundesministerium für Gesundheit, Berlin, <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/digitale-versorgung-gesetz.html>. [43]
- BMI (2016), *Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland*, Bundesministerium des Innern, Berlin, http://www.bmi.bund.de/cybersicherheitsstrategie/BMI_CyberSicherheitsStrategie.pdf. [137]
- BMVI (2020), "Breitbandatlas Langbericht (Stand Ende 2019)", Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/ZukunftBreitband/breitbandatlas-langbericht.html>. [14]

- BMVI (2019), "Ausbauoffensive für ländliche Räume startet – Meilenstein für flächendeckende Mobilfunkversorgung", Pressemitteilung, Nr. 063/2019, 06. September, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2019/063-scheuer-ausbauoffensive-fuer-laendliche-raeume.html>. [22]
- BMVI (2019), "Eckpunkte für eine Novellierung des Personenbeförderungsrechts", Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, <https://www.bzp.org/Content/MELDUNGEN/doc/PBefG-Eckpunkte.PDF>. [94]
- BMVI (2019), *Mobilfunkstrategie – 5-Punkte-Plan zur Beschleunigung von Planung, Genehmigung und Ausbau von 4G- und 5G-Netzen sowie zur Schließung von Mobilfunklücken im 4G-Netz*, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Mobilfunkstrategie.pdf?__blob=publicationFile. [23]
- BMVI (2018), *Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der Mobilität – Aktionsplan*, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/aktionsplan-ki.pdf?__blob=publicationFile. [86]
- BMVI (2017), "Selection of completed and ongoing projects on digital test beds with a focus on automated and connected driving", Tabelle, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Documents/DG/projects-on-digital-test-bed-selection.pdf?__blob=publicationFile. [87]
- BMVI (2015), *Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren*, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-ernetztes-fahren.pdf?__blob=publicationFile. [85]
- BMVI (o.J.), "mFUND – Unsere Förderung für die Mobilität 4.0", Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/mFund/Ueberblick/ueberblick.html>. [88]
- BMWi (2020), *Förderprogramm "go-digital"*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/foerderprogramm-go-digital.html>. [124]
- BMWi (2020), "Franco-German Position on GAIA-X", deutsch-französisches Positionspapier, 18. Februar, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/franco-german-position-on-gaia-x.pdf?__blob=publicationFile&v=10. [55]
- BMWi (2020), *GAIA-X: Driver of digital innovation in Europe*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.data-infrastructure.eu/GAIA-X/Redaktion/EN/Publications/gaia-x-driver-of-digital-innovation-in-europe.pdf?__blob=publicationFile&v=6. [57]
- BMWi (2020), *GAIA-X: Technical Architecture*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.data-infrastructure.eu/GAIA-X/Redaktion/EN/Publications/gaia-x-technical-architecture.pdf?__blob=publicationFile&v=3. [56]

- BMWi (2020), *Jahreswirtschaftsbericht 2020*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/jahreswirtschaftsbericht-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=10. [140]
- BMWi (2020), "Reallabore – Innovation ermöglichen und Regulierung weiterentwickeln", Kurzüberblick der Strategie „Reallabore“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads//info-reallabore.pdf>. [62]
- BMWi (2020), *Überblick zu Förderinstrumenten zur Gründungs- und Wachstumsfinanzierung*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/U/ueberblick-zu-foerderinstrumenten-zur-gruendungs-und-wachstumsfinanzierung.pdf?__blob=publicationFile&v=17. [149]
- BMWi (2019), "Digitale Transformation in der Industrie", Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html>. [68]
- BMWi (2019), *Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Mittelstand/mittelstand-digital.pdf?__blob=publicationFile&v=47. [122]
- BMWi (2019), *Nationale Industriestrategie 2030*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=28. [46]
- BMWi (2019), *Project Gaia-X – A Federated Data Infrastructure as the Cradle of a Vibrant European Ecosystem*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/project-gaia-x.pdf?__blob=publicationFile&v=4. [54]
- BMWi (2019), *Projekträgerchaft "Digital jetzt - Investitionsförderung für KMU"*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, <https://www.evergabe-online.de/tenderdetails.html;jsessionid=38A267CE0D922993C230C942A9020CF9.app204?0&id=294315>. [125]
- BMWi (2019), "Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) wird 2020 mit neuer Richtlinie weitergeführt", Meldung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, <https://www.zim.de/ZIM/Redaktion/DE/Meldungen/2019/4/2019-12-02-zim-2020.html>. [107]
- BMWi (2018), *Fortschrittsbericht 2018 – IKT für Elektromobilität III: Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/ikt-fuer-elektromobilitaet-iii-fortschrittsbericht-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=6. [89]
- BMWi (2016), *Digitale Strategie 2025*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=18. [114]
- BMWi (o.J.), "Digital Jetzt' – Neue Förderung für die Digitalisierung des Mittelstands", Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digital-jetzt.html> (Abruf: 28. September 2020). [126]

- BMWi (o.J.), *IT-Sicherheit*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, [115]
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/it-sicherheit.html>.
- BMWi (o.J.), "Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren unterstützen vor Ort", Bundesministerium für [123]
Wirtschaft und Energie, Berlin, <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Artikel/Mittelstand-4-0/mittelstand-40-kompetenzzentren.html>.
- BMWi (o.J.), *Sicherheitsnavigator*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, [139]
<https://www.it-sicherheit-in-der-wirtschaft.de/ITS/Navigation/DE/Home/home.html>.
- BMWi (o.J.), "Venture Tech Growth Financing", Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, [150]
Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Mittelstand/venture-tech-growth-financing.html>.
- Brassell, M. und K. Boschmans (2019), "Fostering the use of intangibles to strengthen SME [109]
access to finance", *OECD SME and Entrepreneurship Papers*, No. 12, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/729bf864-en>.
- Breitbandmessung.de (o.J.), "funkloch-app – Karte", zafaco GmbH, [21]
<https://breitbandmessung.de/kartenansicht-funkloch>.
- BREKO (2020), *BREKO Marktanalyse20*, Bundesverband Breitbandkommunikation, Bonn, [13]
https://brekoverband.de/wp-content/uploads/2020/09/2020-08-31_Breko_Marktstudie.pdf.
- Bresnahan, T. und M. Trajtenberg (1995), "General purpose technologies: 'Engines of growth'?", [28]
No. 65, S. 83-108, [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T).
- Bundesnetzagentur (2020), "Übersicht der Zuteilungsinhaber für Frequenzzuteilungen für lokale [27]
Frequenznutzungen im Frequenzbereich 3.700-3.800 MHz", Stand: 21. September,
Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Berlin,
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/FAQs/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/LokalesBreitband/Zuteilungsinhaber.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- Bundesregierung (2020), *Digitalisierung gestalten: Umsetzungsstrategie der Bundesregierung*, [5]
5. überarbeitete Auflage,
<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/1605036/61c3db982d81ec0b4698548fd19e52f1/digitalisierung-gestalten-download-bpa-data.pdf?download=1>.
- Bundesregierung (2019), "Digitalisierungsvorhaben werden messbar", 9. Oktober, [6]
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digitalisierung/umsetzungsstrategie-digital-1679528>.
- Bundesregierung (2019), "Eckpunkte einer Datenstrategie", [48]
<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1693626/60b196d5861f71cdefb9e254f5382a62/2019-11-18-pdf-datenstrategie-data.pdf?download=1>.
- Calvino, F. und C. Criscuolo (2019), "Business dynamics and digitalisation", *OECD Science, [142]
Technology and Industry Policy Papers*, No. 62, OECD Publishing, Paris,
<https://dx.doi.org/10.1787/6e0b011a-en>.
- Calvino, F. et al. (2018), "A taxonomy of digital intensive sectors", *OECD Science, Technology [2]
and Industry Working Papers*, No. 2018/14, OECD Publishing, Paris,
<https://doi.org/10.1787/f404736a-en>.

- Carlana, M. und M. Fort (2020), *GIRLS CODE IT BETTER*. [190]
- Carlana, M. (2018), "Implicit Stereotypes: Evidence from Teachers' Gender Bias", *IZA Discussion Paper*, No. 11659, <http://ftp.iza.org/dp11659.pdf>. [200]
- CB Insights (2020), "40+ Corporations Working on Autonomous Vehicles", *Research Briefs*, 4. März, <https://www.cbinsights.com/research/autonomous-driverless-vehicles-corporations-list/>. [84]
- CDC (2020), "Using Telehealth to Expand Access to Essential Health Services during the COVID-19 Pandemic", 10. Juni, Centers for Disease Control and Prevention, <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/telehealth.html> (Abruf: 18. Juni 2020). [38]
- CDU, CSU und SPD (2018), *Ein neuer Aufbruch für Europa – Eine neue Dynamik für Deutschland – Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD – 19. Legislaturperiode*, https://www.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1. [16]
- Chen, Y. und Y. Perez (2018), "Business Model Design: Lessons Learned from Tesla Motors", in *Towards a Sustainable Economy*, da Costa, P. und D. Attias (Hrsg.), Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-319-79060-2_4. [83]
- Cisco (2018), *Visual Networking Index: Forecast and Methodology*, http://dx.doi.org/www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html#_Toc532256803. [10]
- Cörvers, F. et al. (2011), "High and steady or low and rising?: life-cycle earnings patterns in vocational and general education", *ROA Research Memoranda*, No. 7, Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, Faculteit der Economische Wetenschappen, Maastricht, <https://doi.org/10.26481/umaror.2011007>. [177]
- Curtarelli, M. et al. (2017), *ICT for work: Digital skills in the workplace*, Studie für die Europäische Kommission, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, <https://dx.doi.org/10.2759/498467>. [167]
- Czernich, N. et al. (2011), "Broadband Infrastructure and Economic Growth", *The Economic Journal*, Vol. 121/552, S. 505-532, <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02420.x>. [29]
- DE-CIX (2020), "We are all online: Internet in the times of Corona", *News*, 21. April, <https://www.de-cix.net/en/news-events/news/we-are-all-online-internet-in-the-times-of-corona>. [9]
- Demmou, L., I. Stefanescu und A. Arquie (2019), "Productivity growth and finance: The role of intangible assets – a sector level analysis", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1547, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/e26cae57-en>. [99]
- Dennehy, T. und N. Dasgupta (2017), "Female peer mentors early in college increase women's positive academic experiences and retention in engineering", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 114/23, S. 5964-5969, <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1613117114>. [202]
- Desjardins, R., K. Rubenson und M. Milana (2006), *Unequal chances to participate in adult learning: international perspectives*, UNESCO, Paris, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148815/PDF/148815eng.pdf.multi> (Abruf: 16. Dezember 2019). [172]

- Deutscher Bundestag (2019), *Erster Bericht der Bundesregierung über die Fortschritte bei der Bereitstellung von Daten*, Drucksache 19/14140, <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/141/1914140.pdf>. [163]
- DIW (2017), *Wissensbasiertes Kapital in Deutschland: Analyse zu Produktivitäts- und Wachstumseffekten und Erstellung eines Indikatorsystems*, Studie für das Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/wissensbasiertes-kapital-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=14. [96]
- Draca, M., R. Sadun und J. Van Reenen (2009), "Productivity and ICTs: A review of the evidence", in *The Oxford Handbook of Information and Communication Technologies*, C. Avgerou et al. (Hrsg.), Oxford University Press, <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199548798.003.0005>. [31]
- Duc, C. und P. Ralle (2019), "Une certaine convergence de l'innovation dans les entreprises en Europe", in *Les entreprises en France; Édition 2019*, L'Institut national de la statistique et des études économiques, Montrouge, <https://insee.fr/fr/statistiques/4255795?sommaire=4256020>. [67]
- EAS (o.J.), "establishing a company", Enterprise Estonia, <https://investinestonia.com/business-in-estonia/establishing-company/>. [156]
- empirica (2019), *Promoting e-skills training for a diverse tech workforce – diversITy Series: Country report for Germany*, https://eskills4diversity.com/fileadmin/diversity/images/reports/country_report_de_final.pdf. [194]
- Europäische Kommission (2020), "National Access Points", Liste der nationalen Zugangspunkte, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/its-national-access-points.pdf>. [60]
- Europäische Kommission (2019), *Digitale Bildung an den Schulen in Europa*, Eurydice-Bericht, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, <http://dx.doi.org/10.2797/1751932>. [186]
- Europäische Kommission (2019), "Staatliche Beihilfen: Kommission genehmigt öffentliche Förderung von 3,2 Mrd. EUR für paneuropäisches Forschungs- und Innovationsvorhaben von sieben Mitgliedstaaten zu allen Segmenten der Batterie-Wertschöpfungskette", Pressemitteilung, 9. Dezember, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_19_6705?cookies=disabled. [90]
- Europäische Kommission (2018), "Aufbau eines gemeinsamen europäischen Datenraums", Mitteilung, COM(2018) 232 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0232&from=en>. [58]
- Europäische Kommission (2018), *Education and Training Monitor 2018 – Finland*, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/document-library-docs/et-monitor-report-2018-finland_en.pdf. [187]
- Europäische Kommission (2012), "Germany, a world leader in technology, engineering and innovation", 26. September, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/germany-world-leader-technology-engineering-and-innovation> (Abruf: 9 November 2020). [66]

- Europäische Kommission (o.J.), "Europäische Datenstrategie: Die EU zum Vorbild für eine digitale Gesellschaft machen", https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_de. [59]
- Europäische Kommission (o.J.), "The Digital Economy and Society Index (DESI)", <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> (Abruf: 4. Juni 2020). [40]
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2018), *Structural Reform in Germany, 2013-2017*, <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/ZEWCWSStructuralReformGermany2018.pdf>. [111]
- Europäische Kommission und OECD (2019), *Shaping the Future of Technologies and of AI*, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, <https://dx.doi.org/10.2760/472704>. [78]
- Eurostat (o.J.), *Komplette Datenbanken – Statistiken über Unternehmen*, (Datenbank), <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/digital-economy-and-society/data/comprehensive-database>. [33]
- EY (2019), *Start-up-Barometer Europa – Oktober 2019*, Ernst & Young, Berlin, [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-start-up-barometer-europa-oktober-2019/\\$FILE/ey-start-up-barometer-europa-oktober-2019.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-start-up-barometer-europa-oktober-2019/$FILE/ey-start-up-barometer-europa-oktober-2019.pdf). [147]
- Falck, O., A. Heimisch und S. Wiederhold (2016), "Returns to ICT Skills", *CESifo Working Paper*, No. 5720, https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp5720.pdf. [171]
- Fazekas, M. und S. Field (2013), *Postsekundäre Berufsbildung in Deutschland*, OECD-Studien zur Berufsbildung, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264202368-de>. [193]
- Fuentes Hutfilter, A., S. Lehmann und E. Kim (2018), "Improving skills and their use in Germany", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1516, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/8a251b1f-en>. [170]
- Gal, P. et al. (2019), "Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1533, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/5080f4b6-en>. [4]
- Goldin, C. (2014), "A Grand Gender Convergence: Its Last Chapter", *American Economic Review*, Vol. 104/4, S. 1091-1119, <http://dx.doi.org/10.1257/aer.104.4.1091>. [197]
- Gouvernement de la République française (2019), *Loi n° 2019-1063 du 18 octobre 2019 relative à la modernisation de la distribution de la presse (1)*, <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000039242947/2019-10-20/> (Abruf: 5. November 2020). [20]
- GTAI (2018), "Automotive Industry: Germany - The World's Automotive Hub of Innovation", Germany Trade & Invest, Berlin, <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Mobility/automotive.html>. [70]
- Hampf, F. und L. Woessmann (2017), "Vocational vs. General Education and Employment over the Life Cycle: New Evidence from PIAAC", *CESifo Economic Studies*, Vol. 63/3, S. 255-269, <http://dx.doi.org/10.1093/cesifo/ifx012>. [176]

- Hampf, F., S. Wiederhold und L. Woessmann (2017), "Skills, earnings, and employment: exploring causality in the estimation of returns to skills", *Large-Scale Assessments in Education*, Vol. 5/12, <http://dx.doi.org/10.1186/s40536-017-0045-7>. [169]
- Hanushek, E. et al. (2015), "Returns to skills around the world: Evidence from PIAAC", *European Economic Review*, Vol. 73, S. 103-130, <http://dx.doi.org/10.1016/j.euroecorev.2014.10.006>. [173]
- Hanushek, E. et al. (2017), "General Education, Vocational Education, and Labor-Market Outcomes over the Lifecycle", *Journal of Human Resources*, Vol. 52/1, S. 48-87, <https://dx.doi.org/10.3368/jhr.52.1.0415-7074R>. [178]
- Hentschel, R., C. Leyh und A. Petznick (2018), "Current cloud challenges in Germany: the perspective of cloud service providers", *Journal of Cloud Computing*, Vol. 7/5, <https://doi.org/10.1186/s13677-018-0107-6>. [132]
- HM Government (2016), *National Cyber Security Strategy 2016-2021*, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/567242/national_cyber_security_strategy_2016.pdf. [138]
- HM Government (o.J.), "The Skills Toolkit", <https://theskillstoolkit.campaign.gov.uk/> (Abruf: 4. November 2020). [212]
- IAB (2019), "Gesamtfiskalische Wirkungen von Weiterbildungsförderung", *IAB-Kurzbericht*, Nr. 8, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg, <http://doku.iab.de/kurzber/2019/kb0819.pdf>. [206]
- IfM Bonn (2019), "Bürokratiewahrnehmung von Unternehmen", *IfM-Materialien*, Nr. 274, https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/ifm_materialien/dokumente/IfM-Materialien-274_2019.pdf. [152]
- IfM Bonn (2018), "Digitalisierungskompetenzen in der Führungsebene im Mittelstand", *IfM-Materialien*, Nr. 272, https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/ifm_materialien/dokumente/IfM-Materialien-272_2018.pdf. [153]
- ifo Institut (2019), *Fahrzeugbau – wie verändert sich die Wertschöpfungskette?*, Bayerischer Industrie- und Handelskammertag, München, https://www.ifo.de/DocDL/ifo-Studie_Fahrzeugbau_IHK_Impulse_0.pdf. [82]
- ifo Institut (2019), "Steuerliche Forschungsförderung: Wichtiger Impuls für FuE-Aktivitäten oder zu wenig zielgerichtet?", *ifo Schnelldienst*, Nr. 9, <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2019-09-falck-et-al-steuerliche-fue-foerderung-2019-05-09.pdf>. [108]
- Isphording, I. und P. Qendrai (2019), "Gender Differences in Student Dropout in STEM", *IZA Research Report*, No. 87, <http://dx.doi.org/10.5157/NEPS:SC5:9.0.0>. [201]
- ITF (2019), *ITF Transport Outlook 2019*, Weltverkehrsforum, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/transp_outlook-en-2019-en. [72]
- IT-Planungsrat (o.J.), "IT-Planungsrat: Digitale Zukunft gestalten", https://www.it-planungsrat.de/DE/Home/home_node.html. [161]

- IW (2018), "Die Patentleistung der deutschen KFZ-Unternehmen", *IW-Report*, Nr. 34, Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln, https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2018/IW-Report_2018-34_Patente_der_Kraftfahrzeugindustrie.pdf. [77]
- Kässi, O. und V. Lehdonvirta (2019), "Do digital skill certificates help new workers enter the market? Evidence from an online labour platform", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 225, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/3388385e-en>. [213]
- Kern, J. und P. Wolff (2019), *The digital transformation of the automotive supply chain – an empirical analysis with evidence from Germany and China: Case study contribution to the OECD TIP Digital and Open Innovation project*, http://www.innovationpolicyplatform.org/www.innovationpolicyplatform.org/system/files/imce/AutomotiveSupplyChain_GermanyChina_TIPDigitalCaseStudy2019_1/index.pdf. [74]
- KfW (o.J.), "ERP-Digitalisierungs- und Innovationskredit", [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Innovation/F%C3%B6rderprodukte/ERP-Digitalisierungs-und-Innovationskredit-\(380-390-391\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Innovation/F%C3%B6rderprodukte/ERP-Digitalisierungs-und-Innovationskredit-(380-390-391)/). [116]
- KfW Research (2020), "Die Finanzierung von Digitalisierung und Investitionen in mittelständischen Unternehmen im Vergleich", *Fokus Volkswirtschaft*, Nr. 208, KfW Research, Frankfurt, <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2020/Fokus-Nr.-280-Maerz-2020-Finanzierung-Digitalisierung.pdf>. [121]
- KfW Research (2020), *KfW-Digitalisierungsbericht Mittelstand 2019*, KfW Research, Frankfurt, <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Digitalisierungsbericht-Mittelstand/KfW-Digitalisierungsbericht-2019.pdf>. [119]
- Kis, V. und H. Windisch (2018), "Making Skills Transparent: Recognising Vocational Skills Acquired through Work-Based Learning", *OECD Education Working Paper*, No. 180, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5830c400-en>. [210]
- Krueger, D. und K. Kumar (2004), "Skill-Specific rather than General Education: A Reason for US-Europe Growth Differences?", *Journal of Economic Growth*, Vol. 9/2, S. 167-207, <https://doi.org/10.1023/B:JOEG.0000031426.09886.bd>. [179]
- Lewis-Faupel, S. et al. (2014), "Can Electronic Procurement Improve Infrastructure Provision? Evidence From Public Works in India and Indonesia", *NBER Working Paper*, No. 20344, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, <http://www.nber.org/papers/w20344>. [165]
- Master, A. et al. (2017), "Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls", *Journal of Experimental Child Psychology*, Vol. 160, S. 92-106, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.013>. [189]
- McKinsey (2018), *Digitalisierung im Gesundheitswesen: die Chancen für Deutschland*, McKinsey & Company, https://www.mckinsey.de/~/_media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2018/2018-09-25-digitalisierung%20im%20gesundheitswesen/langfassung%20digitalisierung%20im%20gesundheitswesen_neu.ashx. [36]

- McKinsey (2016), *Wachstumsfeld urbane Mobilität: Wie Berlin wirtschaftlich profitieren kann*, McKinsey & Company, [80]
https://www.mckinsey.com/de/~ /media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Deutschland/News/Presse/2016/2016-03-16/2016_mckinsey_ubane_mobilitaet.pdf.
- Meffert, J., N. Mohr und G. Richter (2020), *How the German Mittelstand is mastering the COVID-19 crisis*, McKinsey & Company, [118]
<https://www.mckinsey.com/~ /media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/How%20the%20German%20Mittelstand%20is%20mastering%20the%20COVID%2019%20crisis/How-the-German-Mittelstand-is-mastering-the-COVID-19-crisis-v5.ashx>.
- MGI (2017), *Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier?*, Discussion Paper, McKinsey Global Institute, [51]
<https://www.mckinsey.com/~ /media/McKinsey/Industries/Advanced%20Electronics/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/MGI-Artificial-Intelligence-Discussion-paper.ashx>.
- Monopolkommission (2011), *Telekommunikation 2011: Investitionsanreize stärken, Wettbewerb sichern*, Sektorgutachten, Nr. 61, Monopolkommission, Bonn, [19]
https://www.monopolkommission.de/images/PDF/SG/s61_volltext.pdf.
- Niebel, T., F. Rasel und S. Viète (2019), "BIG data – BIG gains? Understanding the link between big data analytics and innovation", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 28/3, S. 296-316, <http://dx.doi.org/10.1080/10438599.2018.1493075>. [45]
- NKR (2019), *Jahresbericht 2019 des Normenkontrollrates*, Nationaler Normenkontrollrat, Berlin, [157]
<https://www.normenkontrollrat.bund.de/resource/blob/300864/1680506/031c2177c968abf4b7e12dff189d219c/2019-10-22-nkr-jahresbericht-2019-des-nationalen-normenkontrollrates-data.pdf?download=1>.
- NPM (2020), *Schwerpunkt-Roadmap Automatisiertes und vernetztes Fahren*, Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, [91]
<https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/05/NPM-AG-6-Schwerpunkt-Roadmap-Automatisiertes-und-vernetztes-Fahren.pdf>.
- OECD (2020), "Dealing with digital security risk during the coronavirus (COVID-19) crisis", OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris, [131]
https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=128_128227-6a62c37d6b&title=Dealing-with-digital-security-risk-during-the-coronavirus-%28COVID-19%29-crisis.
- OECD (2020), *Digital Government in Chile – Improving Public Service Design and Delivery*, OECD Digital Government Studies, OECD Publishing, Paris, [162]
<https://dx.doi.org/10.1787/b94582e8-en>.
- OECD (2020), "Digital Government Index: 2019 results", *OECD Public Governance Policy Papers*, No. 3, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/4de9f5bb-en>. [52]
- OECD (2020), *Financing SMEs and Entrepreneurs 2020: An OECD Scoreboard*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/061fe03d-en>. [148]
- OECD (2020), "Going Digital integrated policy framework", *OECD Digital Economy Papers*, No. 292, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/dc930adc-en>. [7]

- OECD (2020), *Going Digital: Den digitalen Wandel gestalten, das Leben verbessern*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e78eb379-de>. [1]
- OECD (2020), "Keeping the Internet up and running in times of crisis", OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=130_130768-5vgoglwswy&title=Keeping-the-Internet-up-and-running-in-times-of-crisis. [11]
- OECD (2020), *Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/6b89dea3-de>. [50]
- OECD (2020), *OECD Digital Economy Outlook 2020*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/bb167041-en>. [63]
- OECD (2020), *OECD R&D Tax Incentives Database*, Datenbank, <http://oe.cd/rdtax> (Abruf: Juni 2020). [101]
- OECD (2020), *Policy options to support digitalisation of business models during Covid-19: Annex*, Bericht für die G20 Digital Economy Task Force, OECD, Paris, <http://www.oecd.org/sti/policy-options-to-support-digitalization-of-business-models-during-covid-19-annex.pdf>. [64]
- OECD (2020), "Productivity gains from teleworking in the post COVID-19 era: How can public policies make it happen?", OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=135_135250-u15liwp4jd&title=Productivity-gains-from-teleworking-in-the-post-COVID-19-era. [12]
- OECD (2020), "The effects of R&D tax incentives and their role in the innovation policy mix: Findings from the OECD microBeRD project, 2016-19", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 92, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/65234003-en>. [106]
- OECD (2020), "Using artificial intelligence to help combat COVID-19", OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=130_130771-3jtyra9uoh&title=Using-artificial-intelligence-to-help-combat-COVID-19. [53]
- OECD (2020), "VET in a time of crisis: Building foundations for resilient vocational education and training systems", OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), OECD Publishing, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=132_132718-fdwmrqsgmy&title=VET-in-a-time-of-crisis-Building-foundations-for-resilient-vocational-education-and-training-systems-. [211]
- OECD (2019), *Better Regulation Practices across the European Union*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264311732-en>. [158]
- OECD (2019), *Bildung auf einen Blick 2019: OECD-Indikatoren*, wbv Media, Bielefeld, <https://doi.org/10.3278/6001821mw>. [175]
- OECD (2019), *Digital Innovation: Seizing Policy Opportunities*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a298dc87-en>. [65]
- OECD (2019), "Electronic procurement in Germany", in *Public Procurement in Germany: Strategic Dimensions for Well-being and Growth*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/1ef0c65b-en>. [166]

- OECD (2019), *Enhancing Access to and Sharing of Data: Reconciling Risks and Benefits for Data Re-use across Societies*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/276aaca8-en>. [49]
- OECD (2019), *Financing SMEs and Entrepreneurs 2019: An OECD Scoreboard*, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/fin_sme_ent-2019-en. [113]
- OECD (2019), *Getting Skills Right Engaging low-skilled adults in learning*, OECD, Paris, <http://www.oecd.org/employment/emp/engaging-low-skilled-adults-2019.pdf>. [208]
- OECD (2019), *Government at a Glance 2019*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/8ccf5c38-en>. [164]
- OECD (2019), *How's Life in the Digital Age?: Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264311800-en>. [184]
- OECD (2019), *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264311992-en>. [32]
- OECD (2019), *OECD Economic Surveys: Austria 2019*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/22f8383a-en>. [110]
- OECD (2019), *OECD Economic Surveys: Estonia 2019*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/f221b253-en>. [195]
- OECD (2019), *OECD Skills Outlook 2019 : Thriving in a Digital World*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/df80bc12-en>. [159]
- OECD (2019), *OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2019*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/34907e9c-en>. [146]
- OECD (2019), "PISA 2018 Ergebnisse – Ländernotiz Deutschland", OECD, Paris, https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_DEU_German.pdf. [117]
- OECD (2019), *PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>. [199]
- OECD (2019), *The Path to Becoming a Data-Driven Public Sector*, OECD Digital Government Studies, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/059814a7-en>. [25]
- OECD (2019), *Unpacking E-commerce: Business Models, Trends and Policies*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/23561431-en>. [34]
- OECD (2018), *OECD-Wirtschaftsberichte: Deutschland 2018*, OECD Publishing, Paris, https://dx.doi.org/10.1787/eco_surveys-deu-2018-de. [3]
- OECD (2017), *Key Issues for Digital Transformation in the G20*, OECD, Paris, <https://www.oecd.org/g20/key-issues-for-digital-transformation-in-the-g20.pdf>. [93]
- OECD (2017), *OECD Digital Economy Outlook 2017*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en>. [192]
- OECD (2017), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/20725345>. [79]

- OECD (2016), *Equations and Inequalities: Making Mathematics Accessible to All*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264258495-en>. [181]
- OECD (2015), *Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264229358-en>. [44]
- OECD (2015), *Digital Security Risk Management for Economic and Social Prosperity: OECD Recommendation and Companion Document*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264245471-en>. [135]
- OECD (2013), *Supporting Investment in Knowledge Capital, Growth and Innovation*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264193307-en>. [95]
- OECD (2003), *Beyond Rhetoric: Adult Learning Policies and Practices*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264199446-en>. [204]
- Oliveira Hashiguchi, T. (2020), "Bringing health care to the patient: An overview of the use of telemedicine in OECD countries", *OECD Health Working Papers*, No. 116, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/8e56ede7-en>. [39]
- Rammstedt, B. et al. (2013), *PIAAC 2012: Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick*, GESIS und Bundesministerium für Bildung und Forschung, https://www.gesis.org/fileadmin/piaac/Downloadbereich/PIAAC_Zusammenfassung.pdf. [168]
- Rohman, I. und E. Bohlin (2012), "Does broadband speed really matter as a driver of economic growth? Investigating OECD countries", *International Journal of Management and Network Economics*, Vol. 2/4, S. 336-356, <https://dx.doi.org/10.1504/IJMNE.2012.051888>. [30]
- Russell, L. (2017), "Can learning communities boost success of women and minorities in STEM? Evidence from the Massachusetts Institute of Technology", *Economics of Education Review*, Vol. 61, S. 98-111, <http://dx.doi.org/10.1016/j.econedurev.2017.10.008>. [203]
- Saam, M., S. Viete und S. Schiel (2016), *Digitalisierung im Mittelstand. Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen*, Gutachten für die KfW Bankengruppe, Frankfurt, ZEW, Mannheim, <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Digitalisierung-im-Mittelstand.pdf>. [120]
- SAP (2018), "Accelerating digital transformation in the automotive industry", <https://www.sap.com/docs/download/2018/05/94d95233-077d-0010-87a3-c30de2ffd8ff.pdf>. [76]
- Schallbruch, M. und I. Skierka (2018), *Cybersecurity in Germany*, Springer, Cham, <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-90014-8>. [136]
- Schiersch, A. (2019), *Frontiers und Laggards. Die Produktivitätsentwicklung deutscher Unternehmen*, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, http://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_Frontiers-Laggards-Produktivitaetsentwicklung-deutscher-Unternehmen_062019.pdf. [145]
- Smidova, Z. (2019), "Educational outcomes: A literature review of policy drivers from a macroeconomic perspective", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1577, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/990801aa-en>. [182]

- SOEP (2020), "Erwerbstätige sind vor dem Covid-19-Virus nicht alle gleich", *SOEPpapers on Multidisciplinary Panel Data Research*, No. 1080, Sozio-oekonomisches Panel, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.789529.de/diw_sp1080.pdf. [8]
- Sorbe, S. et al. (2019), "Digital Dividend: Policies to Harness the Productivity Potential of Digital Technologies", *OECD Economic Policy Papers*, No. 26, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/273176bc-en>. [141]
- Spitz-Oener, A. (2018), "The Role of STEM Occupations in the German Labor Market", Dokument für das IAB-OECD Seminar "Rising Wage Inequality in Germany", <http://www.oecd.org/economy/surveys/The-role-of-STEM-occupations-in-the-german-labour-market-Alexandra-SpitzOener.pdf>. [188]
- Stern, S. et al. (2018), *Leading in a disruptive world Government 4.0-the public sector in the digital age*, McKinsey & Company, https://www.mckinsey.de/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/D/utschland/Publikationen/2018%20Compendium/Government%2040%20the%20public%20sector%20in%20the%20digital%20age/kompendium_04_ps.pdf. [160]
- Strategy Analytics (o.J.), "Teligen Competitive Pricing Analysis", <https://www.strategyanalytics.com/access-services/service-providers/tariffs---mobile-and-fixed> (Abruf: 24. September 2020). [17]
- SVR (2019), *Jahresgutachten 2019/20 – Den Strukturwandel meistern*, Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden, https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/gutachten/jg201920/JG201920_Gesamtausgabe.pdf. [100]
- Tomás, J. (2019), "Germany completes 5G spectrum auction", *RCR Wireless News*, 14. Juni, <https://www.rcrwireless.com/20190614/5g/germany-completes-5g-spectrum-auction>. [26]
- VATM (2019), *21. TK-Marktanalyse Deutschland 2019*, DIALOG CONSULT und VATM, https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2019/10/VATM_TK-Marktstudie_2019_091019.pdf. [18]
- VDA (2019), "Normungs-Roadmap zum automatisierten Fahren", Broschüre, Verband der Automobilindustrie, Berlin, https://www.vda.de/dam/vda/publications/2019/VDA_04474_Normungsroadmap_A4_Web/VD A_04474_Normungsroadmap_A4_Web02.pdf. [92]
- VDA (2018), *Jahresbericht 2018*, Verband der Automobilindustrie, Berlin, https://www.vda.de/dam/vda/publications/2018/VDA_JB_2018_DE.pdf. [75]
- VDA (o.J.), "Monatszahlen", Verband der Automobilindustrie, Berlin, <https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/monatszahlen>. [71]
- Vitale, C. et al. (2020), "The 2018 edition of the OECD PMR indicators and database: Methodological improvements and policy insights", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1604, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/2cfb622f-en>. [154]
- Weltwirtschaftsforum (2016), *Digital Transformation of Industries: Automotive Industry*, White Paper, in Zusammenarbeit mit Accenture, https://www.accenture.com/_acnmedia/accenture/conversion-assets/wef/pdf/accenture-automotive-industry.pdf. [73]

- WIK (2017), "Aktuelle Lage der IT-Sicherheit in KMU", Kurzfassung der Ergebnisse der Repräsentativbefragung, Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste, Bad Honnef, https://www.wik.org/fileadmin/Sonstige_Dateien/IT-Sicherheit_in_KMU/Aktuelle_Lage_der_IT-Sicherheit_in_KMU_-_WIK.pdf. [134]
- Windisch, H. (2015), "Adults with low literacy and numeracy skills: A literature review on policy intervention", *OECD Education Working Papers*, No. 123, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/5jrxnjdd3r5k-en>. [205]
- Woessmann, L. (2009), "International Evidence on School Tracking: A Review", *CESifo DICE Report*, Vol. 7/1, S. 26-34, <https://www.ifo.de/DocDL/dicereport109-rr1.pdf>. [183]
- Wrohlich, K. und A. Zucco (2017), "Gender Pay Gap innerhalb von Berufen variiert erheblich", *DIW Wochenbericht*, Nr. 43, S. 955-984, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.567551.de/17-43-2.pdf. [196]
- ZEW (2019), "Steuerliche Forschungsförderung in Deutschland – Eine Bewertung des Vorschlags des Bundesfinanzministeriums für ein neues Forschungszulagengesetz", *ZEW-Kurzexpertise*, Nr. 19-02, Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, https://www.zew.de/fileadmin/FTP/gutachten/ZEW_Expertise_ForschZulG_2019.pdf. [105]
- ZEW (2018), *Zur Notwendigkeit einer steuerlichen FuE-Förderung auch für „Midrange Companies“*, Bericht zur Kurz-Studie, Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/EndberichtVDMAZEWSteuerlicheFuE2018.pdf>. [104]
- ZEW (2015), *IKT-Report 2015 – Industrie 4.0: Digitale (R)Evolution der Wirtschaft*, Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/div/IKTRep/IKT_Report_2015.pdf. [133]

Anhang A.

Anhangstabelle A.1. Korrelationen in Bezug auf die Nutzung von IKT-Tools und -Aktivitäten

Geschätzte Veränderung der Wahrscheinlichkeit der Nutzung von IKT-Tools und -Aktivitäten in deutschen Unternehmen nach Breitband-Übertragungsraten, IKT-Kompetenzen und Fortbildungen sowie anderen Merkmalen (in Prozentpunkten)

	ERP	CRM	E-Purchasing	E-Sales	Soziale Medien	Cloud-Computing	BDA
Internet-Übertragungsraten							
<10 Mbit/s (Basisgeschwindigkeit)							
Breitband 10-30 Mbit/s	0.925	-0.008	1.814**	1.322*	2.966***	1.520	-0.236
Breitband 30-100 Mbit/s	1.604*	2.057**	2.568***	2.867***	6.613***	6.962***	-1.201
Breitband 100+ Mbit/s	3.317***	3.073***	1.122	4.321***	9.747***	6.850***	3.074**
IKT-Kompetenzen und Fortbildungen							
Beschäftigte IKT-Spezialisten	10.668***	7.185***	5.423***	6.284***	9.403***	6.141***	3.561***
IT-Fortbildungen für die Beschäftigten	10.012***	7.835***	8.015***	4.581***	3.027***	5.631***	3.221***
Sonstige Merkmale							
Größe	7.999***	2.903***	2.902***	5.064***	4.780***	2.335***	2.443***
Mehrere Produktionsstandorte	-0.277	0.251	0.951	-0.031	2.079**	5.097***	-0.388
In Staatsbesitz	0.355	-4.991**	-0.964	-4.738***	-6.961***	-5.124**	-2.283
Börsennotiert	0.001	1.771	1.462	3.527**	8.980***	3.611	6.085*
Kontrollvariablen							
Regionsbezogene Kontrollvariablen	x	x	x	x	x	x	x
Fixe Kommunaleffekte	x	x	x	x	x	x	
Fixe Kreiseffekte							x
Fixe Brancheneffekte (4-stellig)	x	x	x	x	x	x	x
Fixe Jahreseffekte	x	x	x	x	x	x	
Beobachtungen/Unternehmen	24685/22316	24593/22241	24857/22467	30126/26511	26330/22724	9488/8546	5821/5821
Erhebungsjahre	2012-2015, 2017	2012, 2014, 2015, 2017	2012-2015, 2017	2012-2017	2013-2017	2014, 2016	2016
Bereinigter R ²	0.34	0.15	0.06	0.23	0.22	0.10	0.07

Anmerkung: Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten, ohne Finanzbranche. ERP steht für die Ressourcenplanung der Unternehmen (Enterprise Resource Planning), CRM für das Kundenbeziehungsmanagement (Customer Relationship Management), BDA für Big-Data-Analyse. Diese Tabelle gibt die Ergebnisse von OLS-Regressionen auf der Grundlage wiederholt erhobener repräsentativer Umfragedaten zu deutschen Unternehmen für den Zeitraum 2012-2017 wieder. Die abhängigen Variablen entsprechen 100, wenn ein bestimmtes IKT-Tool oder eine bestimmte IKT-Aktivität genutzt wird, und sind gleich null, wenn dies nicht der Fall ist. Bei den Internet-Übertragungsraten geben die Koeffizienten an, wie sich die Wahrscheinlichkeit der Nutzung eines bestimmten IKT-Tools oder einer bestimmten IKT-Aktivität in Prozentpunkten verändert, wenn die Unternehmen über einen Breitbandanschluss mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 10-30 Mbit/s, 30-100 Mbit/s oder 100+ Mbit/s verfügen (verglichen mit einer Basisgeschwindigkeit von <10 Mbit/s). Die Koeffizienten für IKT-Kompetenzen und Fortbildungen geben an, wie sich die Wahrscheinlichkeit der Nutzung eines bestimmten IKT-Tools oder einer bestimmten IKT-Aktivität in Prozentpunkten verändert, wenn die Unternehmen IKT-Spezialisten beschäftigen oder IT-Fortbildungen für ihre Beschäftigten anbieten. Die Kontrollvariablen für die regionale Komponente umfassen die folgenden Variablen auf Kommunalebene: Logarithmus der Einwohnerzahl, Anteil der Bevölkerung im Erwerbsalter (15-64 Jahre), Anteil der Personen ab 65 Jahren, Beschäftigungsquote, Logarithmus der Fläche in km², Anteil der Hochschulabsolventen (gemessen auf Kreisebene). Für Big Data (nur 2016 erhoben) berücksichtigen zusätzliche Kontrollvariablen die Abgelegenheit der Gemeinde (Pkw-Fahrzeit zum nächsten internationalen Flughafen und zum Oberzentrum) und die Zahl der Jahre, seit denen die Gemeinde über eine Breitbandgrundversorgung (>256 Kbit/s) verfügt. Weitere Kontrollvariablen berücksichtigen die Größe der Unternehmen (Logarithmus der Beschäftigtenzahl) sowie die Frage, ob sie sich in Staatsbesitz befinden, börsennotiert sind oder mehrere Produktionsstandorte aufweisen. Standardfehler sind auf Kommunalebene geclustert (nicht angegeben); ***, ** und * geben die Signifikanz bei 1 %, 5 % bzw. 10 % an. Quelle: Alipour (erscheint demnächst^[15]).

Anmerkungen

¹ Unter Digitalisierung versteht man zum einen die Umwandlung analoger Daten und Prozesse in ein maschinenlesbares Format. Zum anderen bezieht sich der Begriff auf die Nutzung von IKT-Tools und Daten sowie Möglichkeiten der Vernetzung, durch die neue Aktivitäten entstehen und bestehende Aktivitäten sich verändern.

² Gemäß Artikel L. 34-8-3 des Gesetzbuchs über das Post- und Telekommunikationswesen (Code des postes et des communications électroniques – CPCE), der 2008 mit dem Gesetz zur Modernisierung der Wirtschaft (Loi de modernisation de l'économie – LME) in Kraft getreten ist.



From:
OECD Economic Surveys: Germany 2020

Access the complete publication at:

<https://doi.org/10.1787/91973c69-en>

Please cite this chapter as:

OECD (2021), “Die Vorteile der digitalen Transformation voll ausschöpfen”, in *OECD Economic Surveys: Germany 2020*, OECD Publishing, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9b66a8f2-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>.