

1 Gesamtbeurteilung und Empfehlungen

Die Gesamtbeurteilung und Empfehlungen des Berichts zur Innovationspolitik in Deutschland zeigen, dass das deutsche Wissenschafts-, Technologie- und Innovationssystem (WTI-System) zwar zu den leistungsfähigsten der Welt gehört, in den kommenden Jahren aber mit einer Reihe von innovationsbezogenen Herausforderungen in Bezug auf die Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit konfrontiert ist. Die Empfehlungen dienen als Antworten auf diese Herausforderungen und beziehen sich auf zwei wesentliche Aspekte. Erstens sollten die Grundlagen des WTI-Systems und der dieses System stützenden WTI-Politik verbessert werden, damit es effizienter, effektiver und inklusiver wird. Zweitens sollte sichergestellt werden, dass die WTI-Politik auf die Herausforderungen der Zukunft vorbereitet, wobei der Schwerpunkt auf neue Kompetenzen, Politikansätze und Governance gelegt werden sollte.

Zusammenfassung der Empfehlungen

Empfehlung 1: Eine gemeinsame Vision „Deutschland 2030 und 2050“ entwickeln

Die Bundesregierung sollte ein ressort-, länder-, institutionen- und sektorenübergreifendes Forum einrichten, um den Prozess der Entwicklung einer gemeinsamen Vision zu steuern, die auf identifizierten prioritären Handlungsbereichen aufbaut.

Empfehlung 2: Ein öffentlich-privates Labor für experimentierfreudige und agile Innovationspolitik einrichten

Ein solches Labor würde die Erprobung, die Umsetzung und das Monitoring von Innovationspolitik unterstützen und die Vision des Forums fördern. Es würde die Agilität der Politikmaßnahmen stärken und sich gegebenenfalls für Veränderungen und Experimentierfreude einsetzen.

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

Der Abbau bürokratischer und administrativer Barrieren für innovative KMU und Start-up-Unternehmen und die Digitalisierung der Verwaltungsleistungen gegenüber Unternehmen sollten eine Priorität darstellen. Der Einsatz von Reallaboren sollte ausgeweitet werden.

Empfehlung 4: Dateninfrastruktur und -zugang verbessern, vor allem in der Industrie

Die Regierung sollte die Dateninfrastruktur verbessern und die digitale Aufnahmekapazität der Unternehmen erhöhen, damit sie Industriedaten für Innovationszwecke nutzen können. Außerdem sollte sie offene Innovationsplattformen und Netzwerke für datenbasierte und kollaborative Innovationsaktivitäten fördern.

Empfehlung 5: Den disziplinen- und sektorübergreifenden Wissenstransfer und die Zusammenarbeit in diesem Bereich verbessern

Um den Wissenstransfer zu verbessern, sollte die Regierung die Zusammenarbeit von Hochschulen mit der Industrie stärken, u. a. indem sie den Aufbau von Fonds für Ausgründungen anregt. Außerdem sollte sie die multidisziplinäre und unternehmerische Ausbildung innerhalb des gesamten Bildungssystems unterstützen.

Empfehlung 6: Finanzmärkte fördern, die ein Aufskalieren von Sprunginnovationen fördern

Deutschland sollte mehr institutionelle Investitionen in Start-ups und eine höhere Risikotoleranz unterstützen. Die Regierung sollte regulatorische Hindernisse für die Start-up-Finanzierung abbauen, damit Deutschland dank besserer Wachstumsmöglichkeiten für vielversprechende Start-ups attraktiver wird.

Empfehlung 7: Den Einsatz der öffentlichen Auftragsvergabe als Innovationstreiber stärken

Die Regierung sollte die innovationsfreundliche Beschaffung durch bessere Ausbildung des mit öffentlicher Auftragsvergabe betrauten Personals fördern, die Risikotoleranz bei der Beschaffung erhöhen und die vorkommerzielle Auftragsvergabe erweitern, um die Verbreitung neuer Technologien in der ganzen Wirtschaft zu beschleunigen.

Empfehlung 8: Die Zivilgesellschaft und wichtige Akteur*innen stärker in die WTI-Politik einbeziehen, um Transformationen zu erreichen

Die Regierung sollte die Zivilgesellschaft stärker in die Gestaltung der WTI-Politik einbeziehen und die Vielfalt im Innovationsystem fördern, insbesondere um die digitale und ökologische Transformation voranzubringen.

Empfehlung 9: Qualitätsinfrastruktur digitalisieren, modernisieren und als Werkzeug einsetzen

Die Regierung sollte die Qualitätsinfrastruktur – insbesondere Standards und Normen – digitalisieren und modernisieren, um Deutschlands weltweite Führungsposition bei der Festlegung von Standards und Regeln zu stärken. Die Qualitätsinfrastruktur sollte strategischer eingesetzt werden.

Empfehlung 10: Eine Führungsrolle bei der Gestaltung innovationsbezogener Politik in der EU und weltweit übernehmen

Deutschland sollte bei der Gestaltung der Innovationspolitik auf EU-Ebene eine aktivere Rolle einnehmen, um sicherzustellen, dass die Politik die aktuellen und künftigen Innovationsanforderungen Deutschlands wie auch der Europäischen Union insgesamt berücksichtigt.

Einleitung

In Deutschland ist das Jahr 2022 durch die nahezu zwei Jahre andauernden Verwerfungen geprägt, die durch die weltweite Coronapandemie verursacht wurden. Die russische Invasion in der Ukraine im Februar 2022 löste einen weiteren Schock aus. Mobilitätseinschränkungen wirkten sich auf die Geschäftstätigkeit und den Konsum im Inland aus, während Störungen in den Lieferketten einen erheblichen Einfluss auf viele der wettbewerbsfähigsten Industriebranchen in Deutschland hatten. Russlands Krieg gegen die Ukraine hat den Handel mit Energie und Rohstoffen stark beeinträchtigt. Die erneuten politischen Debatten, die aus diesen Ereignissen resultieren, betreffen Themen wie die Diversifizierung der Energieträger und Innovationen für erneuerbare Energien und Dekarbonisierung sowie die technologische Souveränität bei der Entwicklung und Herstellung von wichtigen Vorprodukten, die in der deutschen Industrie als Inputs eingesetzt werden. Die neue Bundesregierung hat eine ehrgeizige Reformagenda aufgestellt, um diesen Herausforderungen zu begegnen und strukturpolitische Zielsetzungen zu adressieren, insbesondere die Beschleunigung der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft und der Modernisierung der deutschen Verwaltung sowie den Übergang zu einer nachhaltigeren sozioökonomischen Zukunft. Das deutsche Innovationsökosystem ist von entscheidender Bedeutung, um diese Ziele zu erreichen.

Die beiden großen Transformationsprozesse bringen Chancen und Herausforderungen für das zukünftige sozioökonomische Wohlergehen Deutschlands mit sich. Beim ersten Prozess handelt es sich um die digitale Transformation, die sowohl Auswirkungen auf die Arten von Gütern hat, die deutsche Hersteller produzieren – z. B. digitale Komponenten für Fahrzeuge –, als auch auf die Nutzung fortgeschrittener Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), um Neuland in der Pharmaindustrie und der Gesundheitsversorgung zu erschließen. Dementsprechend werden die Unternehmen ihre Abläufe dank Daten und anderer digitaler Instrumente, die Geschäftsprozesse verändern und radikal verbessern können, optimieren müssen. Der zweite Transformationsprozess betrifft den Übergang Deutschlands zu einer umweltfreundlicheren und nachhaltigeren Wirtschaft. Im Einklang mit der im Rahmen des Pariser Klimaabkommens eingegangenen Verpflichtung zur Erzielung weltweiter CO₂-Neutralität in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts arbeitet Deutschland daran, bis 2050 Treibhausgasneutralität zu erreichen. Die Verwirklichung dieses Ziels erfordert eine radikale Verringerung des Treibhausgas-Fußabdrucks der großen Emittenten, wie der Industrie und des Verkehrs, durch die Umstellung auf nachhaltigere Produktionsmethoden, die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung und mitunter – wie bei der individuellen Mobilität – eine Veränderung des Verhaltens von Gesellschaft und Verbraucher*innen. Diese Transformationsprozesse sind komplex und basieren auf WTI, um zu gewährleisten, dass sie zu Chancen und nicht nur zu Herausforderungen werden. Beispiele hierfür sind die Herausforderungen für die führende Weltmarktposition Deutschlands in der Automobilindustrie, da die Bedeutung der digitalen Wertschöpfung zunimmt, oder in der Industrie, wo Forderungen nach einer ökologisch nachhaltigeren Entwicklung zu Kostenerhöhungen bei den traditionellen Produktionsmethoden führen werden.

Die Coronakrise und Russlands Krieg gegen die Ukraine verdeutlichen, wie wichtig es ist, die Resilienz globaler Wertschöpfungsketten zu stärken. Störungen bei den Produktionskapazitäten der deutschen Industrie, insbesondere die Lieferkettenprobleme bei Vorprodukten, die durch die anhaltenden Lockdowns in China verursacht werden, und die Folgen des Kriegs für die globalen Energiehandelsströme wirken sich ebenfalls grundlegend auf die Innovationskapazitäten deutscher Unternehmen aus. Darüber hinaus ist die Frage der Lieferkettenresilienz noch komplexer geworden, da der Pool der Lieferanten von wichtigen mineralischen Rohstoffen und anderen Inputs, die für Technologien zur Unterstützung des ökologischen Wandels erforderlich sind, nicht ausreichend differenziert ist. Diese Fragen des Aufbaus robuster Wertschöpfungsketten, in denen die deutsche Industrie zentrale Positionen mit hoher Wertschöpfung einnimmt, erlangen somit systemische Bedeutung.

Dieser Bericht liefert Erkenntnisse und Optionen zu zentralen Fragen bezüglich des deutschen Innovationssystems aus der Perspektive der Innovationspolitik. In den kommenden Jahren werden

die Politikverantwortlichen in Deutschland eine Reihe von Fragen beantworten müssen, die in dieser Studie aufgeworfen werden. Welcher Politikansatz eignet sich z. B. am besten, um das Innovationsökosystem im Kontext der komplexen digitalen Transformation und Nachhaltigkeitswende zu unterstützen? Welche Auswirkungen haben die unterschiedlichen Bedingungen für die Beteiligung mittelständischer und großer Unternehmen an Innovationsaktivitäten, und wie können diese am besten adressiert werden? Wie sieht ein stimmiger Maßnahmenkatalog in der Innovationspolitik aus, um den aktuellen und künftigen Anforderungen an das Innovationssystem gerecht zu werden, insbesondere wenn diese Anforderungen eine größere systemische Agilität verlangen? Wie können Vorschriften, Normen und Infrastrukturen Innovationen fördern, und was impliziert dies für die Politikgestaltung? Welche Bedingungen sollten geschaffen werden, um die Gründung und das Wachstum von Start-ups zu unterstützen, und wie können Start-ups zur Bewältigung der oben genannten transformativen Herausforderungen beitragen? Welche Anstrengungen sind notwendig, um Schlüsseltechnologien zu entwickeln, die für die Wettbewerbsfähigkeit und Transformationen der Zukunft erforderlich sind? Wie können die Bedingungen für Wissen, Technologie und den erfolgreichen Transfer von im „Labor“ entwickelten Erfindungen an den Markt verbessert werden? Welche Governance-Modelle, einschließlich Konzepten zur Einbeziehung der Öffentlichkeit (Ko-Kreation), sind für mehr Agilität im Innovationssystem maßgeblich? Welche Instrumente und Ansätze können dem öffentlichen Sektor bei seinem Beitrag zum Innovationssystem behilflich sein?

Die wirtschaftliche Stärke Deutschlands wird durch eines der fortschrittlichsten Innovationssysteme der Welt gestützt. Deutschland ist sowohl bei den öffentlichen als auch den privaten Innovationsinvestitionen international führend und verfügt über enge Verbindungen zwischen Forschung und Industrie, die die internationale Wettbewerbsfähigkeit und das sozioökonomische Wohlergehen des Landes stützen. Dieses starke WTI-Ökosystem hat eine eindeutige Wirkung auf die Wirtschaft: Deutsche Unternehmen – von einigen der größten Automobilhersteller weltweit bis hin zu den „Hidden Champions“ des Mittelstands – gehören durchgehend zu den innovationsintensivsten der Welt. Das langjährige Engagement der Bundesregierung zur Förderung von Forschung und Innovation im privaten Sektor, insbesondere im Mittelstand, hat zu diesem Erfolg beigetragen. Ein weiterer positiver Effekt der deutschen Politik zugunsten einer hohen Innovationsintensität ist, dass die Wirtschaft sich weiter auf ein bedeutendes Verarbeitendes Gewerbe stützen kann und stark exportorientiert bleibt.

Trotz dieser Stärken ist Deutschland mit Herausforderungen konfrontiert, die seine weltweite Führungsposition im Bereich Innovation bedrohen. Beeinträchtigt wird das derzeitige WTI-System durch die schwache Dynamik bei der Gründung innovativer Unternehmen, Schwierigkeiten bei der Umsetzung neuer Ideen und Ergebnisse aus der öffentlichen Forschung in neue technologische Lösungen und Innovationen (d. h. neue Produkte oder Dienstleistungen), die langsame Einführung digitaler Technologien und das ungenutzte Potenzial der Vielfalt, wie z. B. eine stärkere Beteiligung von Frauen.

Die Vorbereitung auf die bevorstehenden großen Transformationen erfordert einen neuen Ansatz in der Innovationspolitik. Deutschlands traditionelle WTI-Stärken sind eng mit den Bedürfnissen der bestehenden Industriebranchen verwoben. Um den künftigen Anforderungen gerecht zu werden, müssen die notwendigen Kapazitäten für den Innovationserfolg im Kontext der doppelten Transformation, d. h. der Wende zu ökologischer Nachhaltigkeit und der Digitalisierung, entwickelt und die Resilienz der für den Innovationserfolg erforderlichen Lieferketten – von Energie bis zu digitalen Komponenten – verbessert werden. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen müssen die Politikverantwortlichen auf dem soliden Fundament des WTI-Systems aufbauen, die Gestaltung und Umsetzung der WTI-Politik jedoch reformieren. Dieser neue Ansatz zeichnet sich dadurch aus, dass er risikotoleranter, agiler und mitunter direktional ist. Neue Akteure werden dabei ebenso wertgeschätzt wie bereits etablierte. Im Fokus stehen die notwendigen Kompetenzen von morgen und nicht die von gestern.

In diesem Kapitel werden die Gesamtbeurteilung und die Empfehlungen dieses OECD-Berichts zur Innovationspolitik Deutschland vorgestellt. Abschnitt 1 liefert Hintergründe für die Analyse. In Abschnitt 2 werden die wichtigsten Merkmale des deutschen Innovationssystems erläutert. Abschnitt 3 gibt einen Überblick über die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (Strengths, Weaknesses,

Opportunities, Threats – SWOT) des Systems und Abschnitt 4 beleuchtet seine strukturellen Stärken und Schwächen. In Abschnitt 5 wird erörtert, inwieweit das Innovationssystem auf künftige Herausforderungen vorbereitet ist. Abschnitt 6 schließt mit Empfehlungen für die Bundesregierung, die sich auf die in diesem Bericht enthaltene Analyse stützen.

1.1. Überblick über das deutsche Innovationssystem

Deutschland war 2021 – gemessen am Bruttoinlandsprodukt (BIP) – die größte Volkswirtschaft Europas und die fünftgrößte Volkswirtschaft der Welt. Auch bei den wichtigsten Wohlstandsindikatoren gehörte es zu den führenden OECD-Ländern (OECD, 2020^[1]; IWF, 2022^[2]).¹ Im OECD-Raum ist Deutschland das Land mit dem niedrigsten Anteil an Menschen (5,9 % der Bevölkerung), die laut eigenen Angaben Schwierigkeiten haben, mit ihrem Geld auszukommen. Beim Haushaltseinkommen liegt Deutschland in der Spitzengruppe (5. Platz). Es verfügt zudem über eine gut ausgebildete und hochqualifizierte Bevölkerung, wie das erfolgreiche Abschneiden 2018 in der OECD-Erhebung über die Kompetenzen Erwachsener (PIAAC) im Vergleich zum OECD-Durchschnitt zeigt (OECD, 2019^[3]). 35 % der 25- bis 35-Jährigen besitzen einen Tertiärabschluss, was weniger ist als im OECD-Durchschnitt (45 %) (OECD, 2021^[4]).

Dies erklärt sich z. T. aus dem erfolgreichen Berufsbildungssystem (2018), das eine wesentliche Stärke des deutschen Innovationssystems und der deutschen Wirtschaft im weiteren Sinne ist. Die Bundesregierung verfügt über vielfältige und finanziell gut ausgestattete Programme und Instrumente zur Unterstützung der Innovationspolitik. Im Mittelpunkt steht dabei insbesondere der Technologietransfer an KMU. Der Ansatz der Bundesregierung in der WTI-Politik besteht aus mehreren zentralen Komponenten. Eine davon ist die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) entwickelte „Transferinitiative“, mit der Hemmnisse beim Technologietransfer zwischen Forschung und Wirtschaft beseitigt werden sollen. Die Dachinitiative „Von der Idee zum Markterfolg“ umfasst Programme, die in unterschiedlichen Phasen des Innovationsprozesses ansetzen, um den Transfer von Technologie in den Markt zu beschleunigen. Die deutsche Innovationspolitik für KMU wird größtenteils über das „Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM) umgesetzt, das vor allem die Kollaboration zwischen Unternehmen in verschiedenen Bereichen mit marktorientierter und risikoreicher Innovationstätigkeit fördert. Die Bundesregierung hat darüber hinaus Schritte unternommen, damit der öffentliche Sektor die Technologiediffusion und die Kommerzialisierung neuer Ideen aktiver vorantreiben kann. Ein wichtiges Beispiel dafür ist die Einrichtung des Kompetenzzentrums Innovative Beschaffung (KOINNO), das u. a. Mechanismen zur Förderung der vorkommerziellen Auftragsvergabe festlegt und damit den Transfer von vielversprechenden Ideen in den Markt beschleunigt. Im Zuge der wachsenden Aufmerksamkeit der Politik für „bahnbrechende“ Innovationen hat die Bundesregierung 2021 die Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND) gegründet.

Gezielte Zuwendungen sind eines der wichtigsten Politikinstrumente zur Förderung der Innovationstätigkeit in KMU. Mit mehr als 3 000 neuen Projekten pro Jahr und einem Fördervolumen von 555 Mio. EUR im Jahr 2020 ist das ZIM das größte und meistgenutzte Programm. Das ZIM fördert vor allem die Kollaboration zwischen Unternehmen in verschiedenen Bereichen mit marktorientierter und risikoreicher Innovationstätigkeit. Dabei wurden viele Erstantragsteller unterstützt. Einer Evaluierung aus dem Jahr 2019 zufolge lag der Anteil der geförderten Erstantragsteller fast zehn Jahre nach Programmstart bei 42 % (Kaufmann et al., 2019^[5]). Ein wichtiger Schwerpunkt des Programms ist es, neue junge Unternehmen für die Teilnahme zu gewinnen und den Mittelstand bei der digitalen und der ökologischen Transformation zu unterstützen. Zu den anderen Programmen gehören das neue „Innovationsprogramm für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen“ (IGP), das auf marktnahe, nichttechnische Innovationen ausgerichtet ist (mit einem Fördervolumen von 35 Mio. EUR in der Pilotphase), das Programm „Industrielle Gemeinschaftsforschung“ (IGF) für vormarktlche Forschungsk Kooperationen (jährliches Förderbudget: 169 Mio. EUR) und das Transferprogramm „INNO-KOM“, das auch Unternehmen in strukturschwächeren

Regionen unterstützt (jährliche Fördermittel: 71 Mio. EUR). Zusätzliche thematische Programme zielen auf die Innovationsförderung in bestimmten Technologiebereichen (z. B. Energietechnologien, Biotechnologie und Werkstoffe) und den Aufbau von Forschungspartnerschaften zwischen Industrie und Wissenschaft.

Fertigungs- und Technologieinnovationen stützen die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und tragen zum sozioökonomischen Wohlstand bei. Deutschland hat wirtschaftliche, produktive und innovative Stärken in einer Reihe von dynamischen Industriebranchen. Der Maschinenbau und die Elektroindustrie, die Automobilindustrie sowie die Chemiebranche und die Pharmaindustrie weisen die höchste Wertschöpfung und Bruttoproduktion im Euroraum auf.

Der Unternehmenssektor und das WTI-System in Deutschland werden generell durch hohe Investitionen gestützt. Investitionslücken könnten die Innovationsleistung allerdings dämpfen. Gestützt wird die Produktionsbasis durch die höchsten Bruttoanlageinvestitionen und den höchsten Bruttokapitalstock im Euroraum sowohl auf gesamtwirtschaftlicher Ebene als auch in Schlüsselindustrien und -sektoren der Wirtschaft. Deutschland besetzt eine führende Position bei Aktivitäten mit mittlerer und hoher Forschungs- und Entwicklungsintensität (1. Platz) sowie in der Industrie (einschließlich Verarbeitendes Gewerbe) (1. Platz) (OECD, 2020_[6]).² Das jährliche Wachstum der Bruttoanlageinvestitionen ist aber seit einigen Jahren vergleichsweise schwach, selbst wenn man die pandemiebedingten Schocks außer Acht lässt. 2019 belief es sich auf 1,8 %, gegenüber 3,4 % im Jahr 2018. Damit blieb Deutschland hinter den Vereinigten Staaten (3,3 %) und Frankreich (4 %) zurück (OECD, 2022_[7]).

Das Produktivitätswachstum war im Zehnjahreszeitraum nach der globalen Finanzkrise von 2008–2009 deutlich niedriger als in den vorangegangenen zehn Jahren. Dies ist auf eine Reihe von investitionsspezifischen Fragen zurückzuführen. Beispielsweise waren, wie im *OECD-Wirtschaftsbericht Deutschland 2020* festgestellt wurde, die öffentlichen Investitionen – insbesondere in die digitale und physische Infrastruktur – in den letzten zehn Jahren zu gering, was zu einem öffentlichen Investitionsstau von rd. 450 Mrd. EUR geführt hat (OECD, 2020_[8]). Auch die Investitionen in immaterielle Vermögenswerte verharrten in Deutschland mit 9,2 % der Wertschöpfung im Zeitraum 2000–2015 auf einem niedrigen Niveau und lagen unter dem EU-Durchschnitt (Roth, 2020_[9]). Auffallend ist ebenfalls, dass der Anteil der IKT-Investitionen an den gesamten Bruttoanlageinvestitionen in Deutschland im Jahr 2019, dem letzten verfügbaren Jahr, mit 6,6 % so niedrig war wie in keinem anderen G7-Land (OECD, 2022_[10]). In Frankreich und den Vereinigten Staaten dagegen lag der Anteil der IKT-Investitionen an den gesamten Bruttoanlageinvestitionen bei 18,4 % bzw. 17,1 %. Ein ähnlicher, wenn auch weniger eklatanter Unterschied zeigt sich beim Anteil des geistigen Eigentums an den gesamten Bruttoanlageinvestitionen, der 2020, dem letzten Jahr, für das Daten vorliegen, in Deutschland 18,1 % betrug. In den Vereinigten Staaten belief sich dieser Anteil im Jahr 2020 auf 29,4 %, in Frankreich auf 25,4 %, im Vereinigten Königreich auf 22,3 % und in Japan auf 21,6 % (ebd.).

Deutschland ist international führend bei FuE-Investitionen. Deutschland wies 2020 die weltweit sechsthöchsten Bruttoinlandsausgaben für FuE (BAFE) in Prozent des BIP auf (3,14 % des BIP, 110 Mrd. USD) und übertraf damit das im Jahr 2000 vom Europäischen Rat in Barcelona festgelegte Ziel, die BAFE in den EU-Mitgliedstaaten auf 3 % des BIP anzuheben. Auf nationaler Ebene werden bis 2025 3,5 % des BIP anvisiert. 2019 beliefen sich die deutschen BAFE auf 3,19 % des BIP (110 Mrd. EUR). Dies war sowohl relativ als auch in nominaler Rechnung der vierthöchste Wert weltweit, nach den Vereinigten Staaten, der Volksrepublik China (im Folgenden „China“) und Japan (OECD, 2022_[11]). 2020 betrugen die Ausgaben des Unternehmenssektors für Forschung und Entwicklung (BERD) 91 Mrd. USD (78 Mrd. EUR). Im OECD-Raum entsprach dies nominal dem dritthöchsten Wert und im Verhältnis zum BIP (2,2 % des BIP) dem achthöchsten Anteil. Weltweit verzeichnete Deutschland bei den BERD den neunthöchsten BIP-Anteil (OECD, o. J._[12]). Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Hochschulsektor lagen in Deutschland bei 0,6 % des BIP (22,2 Mrd. EUR), was in nominaler Rechnung der dritthöchste Wert weltweit war, übertroffen nur von den Vereinigten Staaten und China. Auch bei den FuE-Aufwendungen des Staatssektors (GOVERD) rangierte Deutschland mit 17,4 Mrd. EUR an dritter Stelle, und im Verhältnis zum BIP stand es hinter Korea an zweiter Stelle (0,4 % des BIP).

Die hohen FuE-Ausgaben haben zu einer starken Innovationsleistung geführt, was sich u. a. an Deutschlands großem Anteil an den Patentanmeldungen weltweit zeigt.³ Dieser Bericht stützt sich dabei soweit wie möglich auf zusätzliche Indikatoren wie Marken und Lizenzen. 2020 entfielen 30 % aller Patentanmeldungen gemäß PCT (Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens) in Europa und 6,7 % in der Welt auf Deutschland. Damit war es nach den Vereinigten Staaten der zweitgrößte Anmelder beim Europäischen Patentamt (EPA). Zudem ist der Anteil deutscher Unternehmen bei hochwertigen Patenten höher als bei allen anderen Patenten. 2016 (das letzte Jahr, für das Daten vorliegen) verzeichnete Deutschland 9,2 % der weltweiten IP5-Patentanmeldungen und lag damit knapp hinter Korea (9,9 %) und China (10,6 %). Die größten Anteile wiesen die Vereinigten Staaten (19,2 %) und Japan (28,5 %) auf (OECD, o. J._[13]).⁴ Innerhalb der triadischen Patentfamilien⁵ fiel der Anteil Deutschlands im letzten Jahr mit vergleichbaren Daten (2016) mit 7,8 % etwas geringer aus, wenngleich es den drittgrößten Anteil nach Japan (34,7 %) und den Vereinigten Staaten (26 %) stellte. Deutschland hat außerdem einen weltweit signifikanten Anteil an triadischen Patenten in Zukunftsbereichen wie Umweltmanagement (10 %), Klimaschutztechnologien (10 %), Arzneimittel (5,6 %) und Biotechnologien (5,6 %) (OECD, o. J._[13]). Die guten Ergebnisse Deutschlands im internationalen Vergleich der Patentaktivitäten spiegeln auch die Patentierungsneigung vieler seiner führenden Industriebranchen wider.

Das deutsche Innovationssystem ist stark internationalisiert und wettbewerbsorientiert. Große innovative Unternehmen sind in zahlreichen Sektoren führend. Die offene und handelsintensive Wirtschaft verfügt über enge und gut entwickelte Verknüpfungen mit globalen Wertschöpfungsketten, und ist in hohem Maße auf Vorleistungsimporte für die Produktion und Auslandsnachfrage für den Produktabsatz angewiesen. Dank seiner Innovationstätigkeit konnte Deutschland seine Vorreiterrolle in der Weltwirtschaft halten, wobei der Export von hochwertigen Gütern mit hoher Wertschöpfung durch eine starke Auslandsnachfrage, vor allem aus anderen europäischen Ländern, getragen wird. Die meisten PCT-Patentanmeldungen innerhalb Deutschlands verzeichneten 2020 Robert Bosch (4 033 Anmeldungen), Schaeffler Technologies (1 907) und BMW (1 874) (DPMA, o. J._[14]). Im selben Jahr firmierten unter den Top 25 der Patentanmeldungen beim EPA vier deutsche Unternehmen – Siemens (6. Platz), Robert Bosch (7. Platz), BASF (10. Platz) und Continental (24. Platz). Damit war Deutschland der EU28-Staat mit den meisten Unternehmen unter den Top 25. Robert Bosch (1 516), Siemens (1 416) und BASF (1 188) verzeichneten die meisten deutschen Anmeldungen beim EPA (EPA, 2021_[15]). Mit 124 Unternehmen unter den 2 500 größten FuE-Investoren weltweit (Daten für 2019) kommt fast ein Viertel der innovativsten Unternehmen Europas aus Deutschland. Weltweit verfügt Deutschland nach den Vereinigten Staaten (775), China (536) und Japan (309) über die viertgrößte Kohorte an hochinnovativen Unternehmen (Europäische Kommission, 2020_[16]).

Der Mittelstand, der die überwiegende Mehrheit der Unternehmen stellt und die Hälfte der Wirtschaftsleistung erbringt, spielt eine wichtige Rolle als Innovationsmotor in Deutschland. Großunternehmen gehören zwar zu den wichtigsten Innovationsakteuren des Unternehmenssektors, sie sind aber in der Minderheit: Über 99 % der Unternehmen in Deutschland haben weniger als 500 Beschäftigte und zählen somit zum Mittelstand. Diese Kategorie umfasst sowohl Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten, die laut OECD-Definition als KMU gelten, als auch Unternehmen mit 250–500 Beschäftigten und ist in Bezug auf Größe, Beschäftigung und Innovationsbeitrag sehr heterogen: 64 % der Unternehmen haben weniger als 9 Beschäftigte und machen lediglich 4,3 % der Beschäftigung im Unternehmenssektor aus, während 28 % der Unternehmen 10–249 Beschäftigte haben und 34 % der Beschäftigung stellen (OECD, 2022_[17]). Etwa 6,5 % der deutschen Unternehmen haben 250–499 Beschäftigte, womit sie ebenfalls unter die deutsche Definition des Mittelstands fallen.

Deutschlands Hidden Champions sind für die Innovationstätigkeit des Mittelstands besonders maßgeblich. Dem BMWK zufolge gibt es in Deutschland schätzungsweise 1 300 Hidden Champions, d. h. Unternehmen, die als Weltmarktführer gelten und über besonders ausgeprägte Kompetenzen in bestimmten Technologiefeldern verfügen (BMW, 2020_[18]).⁶ Obwohl sie nur 1,8 % der mittelständischen Unternehmen mit 10–500 Beschäftigten ausmachen, weisen sie im Vergleich zu anderen Unternehmen

mit ähnlichen Merkmalen ein höheres Innovationsengagement auf. Eine neuere Studie ergab, dass Hidden Champions – definiert als Unternehmen mit einem Exportanteil von über 50 % und Absätzen außerhalb Europas, die zu den drei größten Anbietern auf ihrem Markt gehören und deren Marktwachstum den Branchendurchschnitt um 10 % übersteigt – bei Innovationsaktivitäten die Konkurrenz in den Schatten stellen. So verzeichneten die Hidden Champions über einen Zwanzigjahreszeitraum beispielsweise einen deutlich höheren Patentbestand (91 Patente pro Hidden Champion gegenüber 55 pro Unternehmen der Vergleichsgruppe). Zudem wurden erhebliche Unterschiede bei den Weiterbildungsausgaben je Beschäftigten und beim Lohnniveau festgestellt (Rammer und Spielkamp, 2019^[19]).⁷

Zwischen den Geschlechtern und verschiedenen sozioökonomischen Gruppen ist der Innovationserfolg jedoch ungleich verteilt. Weniger als jede zehnte deutsche PCT-Patentanmeldung, die 2020 eingereicht wurde, stammt von einer Erfinderin. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass Frauen in einigen der für Deutschland besonders wichtigen Innovationssektoren nach wie vor unterrepräsentiert sind, z. B. im Verkehrswesen (wo der Frauenanteil bei den PCT-Patentanmeldungen 2020 weltweit bei 9,1 % lag), in der chemischen Verfahrenstechnik (15,1 %) und im Elektromaschinenbau (11,7 %) (WIPO, 2021^[20]). Diese Unterschiede zwischen den Sektoren sind z. T. durch die anhaltend niedrige Beteiligung von Frauen in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT) bedingt: 2018 lag die Zahl der MINT-Absolventinnen bei 11,8 je 1 000 Einwohner, gegenüber 27,8 bei den Männern (OECD, 2021^[21]). Migrant*innen und sozial benachteiligte Gruppen in Deutschland sind mit ähnlichen Teilhabeherausforderungen konfrontiert. Dies könnte den Innovationsbeitrag großer Teile der Bevölkerung beeinträchtigen.

Zwar sind bei den Patentaktivitäten regionale Unterschiede festzustellen, auf Ebene der Städte ist die geografische Konzentration der Patentanmeldungen in Deutschland jedoch weniger ausgeprägt als in anderen OECD-Ländern. In Deutschland ist die geografische Konzentration der Patentanmeldungen auf die führenden 10 %, 5 % und 1 % der Städte niedriger als in wichtigen Vergleichsländern wie Japan, den Vereinigten Staaten, dem Vereinigten Königreich und Frankreich (Paunov et al., 2019^[22]). In einigen Technologiefeldern ist die Konzentration stärker ausgeprägt, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass das Fachwissen auf eine kleine Anzahl von Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsakteuren an bestimmten Standorten konzentriert ist. So weisen beispielsweise die Patentaktivitäten im Bereich der digitalen Technologien und Biotechnologie den höchsten Konzentrationsgrad auf. Hier entfielen im Zeitraum 2010–2014 auf die führenden 10 % der Städte 41 % (digitale Technologien) bzw. 45 % (Biotechnologie) der Patentanmeldungen, was über dem Durchschnitt für alle Technologiefelder lag. Auf Pro-Kopf-Basis verzeichneten die drei führenden Regionen 123, 97 und 36 Patentanmeldungen je 100 000 Einwohner, verglichen mit 12, 7 und 7 in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt (Paunov et al., 2019^[22]). Die regionale Konzentration der Patentaktivitäten – und der Innovationsaktivitäten ganz allgemein – ist nicht unbedingt ein Zeichen von Stärke oder Schwäche, hat aber Auswirkungen auf das lokale sozioökonomische Wohlergehen und Wachstum, insbesondere vor dem Hintergrund des Strukturwandels, der einige Regionen treffen könnte.

Manche Unterschiede innerhalb des Unternehmenssektors deuten darauf hin, dass bestimmte Unternehmen bei ihren Innovationsaktivitäten hinter ihren Möglichkeiten zurückbleiben. Zwischen 2003 und 2018 stiegen die BERD von Großunternehmen (über 500 Beschäftigte) um 53 %, im Vergleich zu lediglich 17 % in Kleinunternehmen (bis zu 250 Beschäftigte) (OECD, o. J.^[12]) und 43 % in mittelgroßen Unternehmen (250–500 Beschäftigte), die zum deutschen Mittelstand zählen.

1.2. SWOT-Diagramm des deutschen Innovationssystems

Tabelle 1.1 zeigt ein synthetisches Diagramm der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – SWOT) des deutschen Innovationssystems, auf das in den Abschnitten 1.3 und 1.4 näher eingegangen wird.

Tabelle 1.1. SWOT-Diagramm des deutschen Innovationssystems

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Ein hochinnovatives exportorientiertes Verarbeitendes Gewerbe, vor allem in der Automobilindustrie, dem Maschinenbau und der Elektroindustrie, der Chemiebranche und der Pharmaindustrie • Große führende und standardsetzende Unternehmen mit etablierten Wertschöpfungsketten im In- und Ausland • Etablierte, international führende Forschungseinrichtungen, u. a. in der angewandten Forschung, die Industrie und Staat unterstützen • Enge Bindungen zwischen Wissenschaft, Hochschulen und Wirtschaft und erfolgreiche Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen • Günstige Rahmenbedingungen für die Innovationstätigkeit im Unternehmenssektor: ein starkes Bildungssystem, das qualifizierte Fachkräfte hervorbringt, insbesondere im Ingenieurwesen, sowie gute Angebote zur Innovationsförderung, u. a. für mittelständische Unternehmen • Ausgeprägtes Bewusstsein der Politik für die Bedeutung von Innovationen für Deutschland • Robuste und effektive Infrastruktur zur Unterstützung der WTI-Politik, die mit umfangreichen öffentlichen Mitteln und institutionellen Fördermechanismen ausgestattet ist 	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelhafte digitale Infrastruktur und geringer Einsatz neuester digitaler Tools in kleinen Unternehmen und im öffentlichen Sektor • Fachkräftemangel in wesentlichen Kompetenzbereichen wie MINT- und digitalen Kompetenzen, insbesondere in mittelständischen Unternehmen, der durch die Auswirkungen der Bevölkerungsalterung noch verschärft wird • Begrenzte Unternehmensdynamik und eingeschränkte Expansionsmöglichkeiten für Start-ups, u. a. wegen des im Vergleich zum US-Markt geringen Wagnis- und Wachstumskapitals • Unzureichende Ausschöpfung von Diversitätspotenzialen, z. B. durch Innovationsbeiträge von Frauen, Minderheiten und verschiedenen Generationen • Defizite bei wissensintensiven Dienstleistungen und sektoren- und institutionsübergreifenden Kollaborationen, insbesondere Kollaborationen von Forschungseinrichtungen mit dem Mittelstand, die für die Nachhaltigkeitswende und die digitale Transformation entscheidend sind • Begrenzter Einsatz im öffentlichen Sektor von neuen und digitalen Tools und Ansätzen zur Bewältigung disruptiver Veränderungen und Transformationen sowie zur Verbesserung der WTI-Politik, u. a. durch öffentliche Konsultationen, Politikerprobung und fortschrittliche Datenanalyseinstrumente, die große Mengen an Daten aus dem WTI-System auswerten • Komplexer Regulierungsrahmen für die Implementierung innovativer Investitionen (z. B. in Infrastruktur), digitaler Tools und Praktiken für den Datenaustausch

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Fortschrittliche und innovative Großunternehmen und innovative mittelständische Unternehmen sind gut aufgestellt, um weltweit führende Akteure bei der Nachhaltigkeitswende und den künftigen Entwicklungen der digitalen Transformation zu werden • Die enorme Kaufkraft der öffentlichen Hand durch öffentliche Beschaffung und Investitionen ermöglicht es, die Nachfrage nach Innovationen anzukurbeln, insbesondere auf Zukunftsmärkten • Verbindungen zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen und äußerst erfolgreichen Intermediären nutzen, um vielfältiges interdisziplinäres Fachwissen zusammenzubringen, das für disruptive und digitale Innovationen erforderlich ist, ebenso wie strategischere Partnerschaften zwischen Industrie und Wissenschaft • Die Industrie- und Forschungsbasis ist gut positioniert für die Einführung neuer Technologien und die Anpassung existierender Halb- und Fertigwaren, um eine führende Position auf Zukunftsmärkten zu besetzen (z. B. Quantentechnologien, Batterien, nachhaltige Energien) • Das Gründungsklima an Hochschulen stärker fördern, indem Studierende und Forschungspersonal für die Zusammenarbeit mit der Industrie, einschließlich KMU, belohnt werden, um so Transformationsprozesse zu unterstützen • Den breiten gesellschaftlichen Konsens über die notwendige Nachhaltigkeitswende nutzen, um gesamtgesellschaftliche Partnerschaftsmissionen zu entwickeln, die die Innovationssysteme bei der Zielerreichung leiten • Die auf Bundes- und Länderebene verteilten Zuständigkeiten für Forschung und Innovation in einen Vorteil ummünzen, indem in den Ländern Innovationspioniere bei Transformationsprozessen aktiv gefördert werden • Die Führungsposition Deutschlands in der Europäischen Union und weltweit nutzen, um Standards und Qualitätsinfrastrukturen zu etablieren, die die deutsche, die europäische und die Weltwirtschaft stützen, und um die gewünschte bessere sozioökonomische Zukunft zu gestalten, die die technischen Möglichkeiten nutzt und Herausforderungen abbaut 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Führungsrolle der USA und Chinas bei digitalen Tools – einschließlich künstlicher Intelligenz (KI) – und Dienstleistungen sowie die intensiven globalen Bemühungen um eine führende Position in anderen wichtigen neuen Technologiefeldern könnten Deutschlands globale Wettbewerbsfähigkeit bedrohen, u. a. in den Schlüsselsektoren, in denen es führend ist (z. B. Automobilindustrie, Maschinenbau und Elektroindustrie, Chemiebranche und Pharmaindustrie) • Die Nachhaltigkeitswende könnte die Märkte in einer Weise transformieren, die Deutschlands Führungsrolle infrage stellt, insbesondere aufgrund der Auswirkungen der sich verändernden Mobilitätsstrukturen auf den Automobilsektor • Neue und oft disruptive technologische Paradigmen könnten die Abhängigkeit Deutschlands von ausländischem Fachwissen in mehreren Schlüsselbereichen der Zukunft erhöhen (z. B. Gen-Editierung, genetisch veränderte Lebensmittel und Big-Data-Analytik) • Die Bevölkerungsalterung und die mangelnde Teilhabe verringern den Pool an Arbeitskräften, die für das WTI-System verfügbar sind, sodass das lebenslange Lernen optimiert und das Diversitätspotenzial des Systems ausgeschöpft werden müssen • Die globale Ungewissheit über die Entwicklung des internationalen Handels schafft Unsicherheiten, die sich auf die Resilienz des WTI-Systems und die zukünftigen globalen Lieferketten auswirken

1.3. Stärken und strukturelle Schwächen des deutschen Innovationssystems

Deutschlands internationale Wettbewerbsfähigkeit wird seit mehreren Jahrzehnten durch den Unternehmenssektor gestützt

Der Unternehmenssektor ist nach wie vor die Hauptquelle der Innovationsausgaben in der deutschen Wirtschaft. Nach einem Rückgang in den ersten fünf Jahren nach der Wiedervereinigung sind die FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors (BERD) stetig gestiegen, von 1,42 % des BIP 1994 auf 2,1 % des BIP im Jahr 2020 (OECD, 2022^[11]). Die Bruttoinlandsausgaben für FuE (BAFE) werden zum ganz überwiegenden Teil im Unternehmenssektor getätigt; 2019 betrug der Anteil 69 %, ungefähr das gleiche Niveau wie vor der Weltfinanzkrise von 2008. Der BERD-Anteil von Unternehmen mit über 500 Beschäftigten ist seit Anfang der 2000er Jahre konstant geblieben (89 % der BERD insgesamt im Jahr 2018, gegenüber 88 % im Jahr 2003). Angesichts des Innovationserfolgs Deutschlands spiegelt die Konzentration der FuE in Großunternehmen teilweise die Industriestruktur der Wirtschaft wider. Die Innovationsbeiträge kleinerer Unternehmen, die das Gesamtsystem stärken und Chancen für inklusives Wachstum eröffnen könnten, sind jedoch ausbaufähig. Besonders wichtig ist ein solches Wachstum in innovationsintensiven Dienstleistungssektoren, in denen laut Befunden aus anderen Ländern KMU und Start-ups – definiert als Unternehmen, die nicht älter als zwei Jahre sind – besonders innovationsstark sind. Die Beiträge kleinerer Unternehmen hängen jedoch vom Sektor ab, in dem sie tätig sind: Branchen, in denen Plattformen und Netzwerke dank des digitalen Wandels an Bedeutung gewinnen, bieten beispielsweise häufig andere Chancen als das traditionelle Verarbeitende Gewerbe.

Das Verarbeitende Gewerbe leistet einen erheblichen Beitrag zu Deutschlands Innovationsausgaben, insbesondere der Automobilsektor. Einen Großteil der BERD leistet in Deutschland das Verarbeitende Gewerbe. Sein Anteil an den gesamten intramuralen FuE-Aufwendungen ist mit 85 % höher als in vergleichbaren Volkswirtschaften wie den Vereinigten Staaten (64 %) und Frankreich (49 %). Auf die deutsche Automobilindustrie entfielen 2018 37 % der inländischen BERD und 24 % der weltweiten BERD des Automobilsektors. In keinem anderen Industrieland ist die Innovationsfinanzierung und -kapazität so stark in einem einzigen Sektor konzentriert. Vier der zehn in Bezug auf FuE-Ausgaben führenden Automobilunternehmen haben ihren Sitz in Deutschland: Volkswagen steht weltweit an der Spitze, unmittelbar vor Daimler, BMW liegt auf dem sechsten und Bosch auf dem siebten Platz (Europäische Kommission, 2020^[16]). Dank dieser und anderer führender Unternehmen (sowohl Großunternehmen als auch Hidden Champions) spielt der Privatsektor eine Schlüsselrolle auf regionaler, nationaler und sogar globaler Ebene.

Die Elektroindustrie, der Maschinenbau sowie die Chemie- und Pharmaindustrie leisten ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Innovationstätigkeit in Deutschland. Diese Sektoren nehmen weltweit bei den Investitionen eine Führungsposition ein. Ihr Anteil an den BERD belief sich 2018, im letzten Jahr, für das vergleichbare Daten vorliegen, auf 11,4 % (Elektroindustrie), 9,9 % (Maschinenbau), 7,2 % (Chemieindustrie) und 5,8 % (Pharmaindustrie) (OECD, o. J.^[12]). Diese Beiträge liegen zwar deutlich niedriger als die der Automobilindustrie, in absoluten Zahlen sind sie aber durchaus nicht unbedeutend (auf die Elektroindustrie entfallen 8,3 Mrd. EUR, auf den Maschinenbau 7,1 Mrd. EUR, auf die Chemieindustrie 5,2 Mrd. EUR und auf die Pharmaindustrie 4,1 Mrd. EUR). Sie sind auch deutlich höher als die entsprechenden BERD in anderen führenden innovativen Ländern wie Frankreich und Italien. Darüber hinaus hat Deutschland mehrere Weltmarktführer in diesen Sektoren, darunter Siemens (weltweit zweiter Platz bei FuE in der Elektroindustrie), Bayer (achter Platz in der Pharmaindustrie) und BASF (erster Platz in der Chemieindustrie) (Europäische Kommission, 2020^[16]).

Hochwertige und internationale Forschung ist ein Markenzeichen der Innovationstätigkeit im deutschen Unternehmenssektor. Neben den in Abschnitt 2 genannten IP5-Patentanmeldungen hat das hohe BERD-Niveau in Deutschland auch eine erhebliche Anzahl hochwertiger Erfindungen gefördert, was sich am globalen Anteil deutscher Erfinder*innen an Triade-Patentfamilien zeigt.⁸ Aufgrund der globalen

Ausrichtung der FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen weist die Forschung in Deutschland außerdem ein hohes Maß an Internationalisierung auf. So machten Ko-Patente 2018 beispielsweise 16 % der gesamten Patenterteilung aus – ein Anteil, der zwar hinter dem Vereinigten Königreich und Frankreich, aber vor wichtigen Wettbewerbern wie Japan und Korea liegt (OECD, o. J.^[23]). Was hochwertige Forschungsergebnisse in den obersten 10 % der weltweit am häufigsten zitierten wissenschaftlichen Fachzeitschriften betrifft, hat Deutschland unter den obersten 10 % der am häufigsten zitierten Veröffentlichungen den vierthöchsten Anteil (4,4 %), übertroffen nur von China (20,7%), den Vereinigten Staaten (20,5 %) und dem Vereinigten Königreich (5,2 %).

Hochwertige öffentliche Forschungseinrichtungen fördern Fachkräfte und Forschung zur Stärkung der Innovationskraft auf Basis bewährter Wissenstransfersysteme

Öffentliche Forschungseinrichtungen und Hochschulen liefern wichtige wissenschaftliche Inputs und Ideen für die Innovationstätigkeit im Unternehmenssektor. Von 2001 bis 2017 stieg die Anzahl der Forscher*innen je 1 000 Beschäftigte um 43 %, von 6,6 auf 9,9. Das ist das dritthöchste Niveau weltweit, übertroffen nur von Korea (13,4, ein Anstieg um 56 %) und Japan (10, keine reale Veränderung) (OECD, o. J.^[12]). Diese Forschungsbasis hat zu starken Ergebnissen geführt; auf Deutschland entfallen 4,4 % der obersten 10 % der weltweit am häufigsten zitierten wissenschaftlichen Publikationen und 3,7 % der weltweit insgesamt veröffentlichten wissenschaftlichen Publikationen, das viert- bzw. fünft-höchste Niveau weltweit (OECD, o. J.^[24]). Führende Institutionen wie die Max-Planck-Gesellschaft sind wegen ihrer hochwertigen Grundlagenforschung weltweit anerkannt.

Ein langer und stetiger Institutionalisierungsprozess hat ein differenziertes institutionelles Ökosystem für den Wissenstransfer geschaffen. Während der institutionalisierte Wissenstransfer in vielen OECD-Ländern häufig im Rahmen spezieller politischer Programme entstanden ist (beispielsweise die 2004 in Frankreich eingeführten *pôles de compétitivité* oder das 2011 im Vereinigten Königreich gestartete Programm „Catapult“), sind die deutschen Wissenstransfereinrichtungen in ihrer heutigen Form – wie die Fraunhofer-Gesellschaft oder die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen – das Ergebnis eines jahrzehntelangen Prozesses. Dabei haben sie sich dank ihrer engen Verzahnung mit der deutschen Industrie so entwickelt, dass ihre Ergebnisse und ihre Ausrichtung automatisch der deutschen Wettbewerbsfähigkeit dienen, während Initiativen in anderen Ländern häufig eher einem Top-down-Ansatz folgen und vom Staat gesteuert werden. Zusätzlich zu den bekannten deutschen Wissenstransfereinrichtungen gibt es auch mehrere thematische Programme zur Förderung der industriellen Vermarktung der Forschungsergebnisse in einer Reihe von Bereichen, von der Energie und Biotechnologie bis zum Baugewerbe. Zugleich stärken offene Technologieprogramme wie das ZIM die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen in verschiedenen Bereichen mit marktorientierter und risikoreicher Innovationstätigkeit.

Deutschland hat ein gut funktionierendes Hochschulsystem mit einer ausgereiften und institutionalisierten Koordinierung und Kooperation zwischen öffentlichem und privatem Sektor, das die für das Innovationssystem erforderlichen Kompetenzen vermittelt. Das Humboldtsche Universitätsmodell, das historisch den Schwerpunkt auf Forschung, Erkenntnisgewinn und akademische Freiheit legt, und die hoch angesehenen Fachhochschulen mit ihrer Fokussierung auf Ingenieurwesen und angewandte Naturwissenschaften leisten einen wichtigen Beitrag zu Deutschlands großem Angebot an gut ausgebildeten Nachwuchskräften. Der Anteil tertiärer Bildungsabschlüsse ist hoch; 1,6 % der 25- bis 64-Jährigen (der achthöchste Wert weltweit) und 2,1 % der unter 35-Jährigen (der dritthöchste Wert) haben einen Dokortitel oder einen gleichwertigen Abschluss (OECD, 2021^[25]). Dank der engen Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft stellen die deutschen Bildungseinrichtungen sicher, dass die Kompetenzen der Nachwuchskräfte in der Industrie für Innovationen und praktische Anwendung geeignet sind. Deutschland verfügt außerdem über ein sehr gut ausgebautes und weithin anerkanntes Berufsbildungssystem mit einer starken dualen Komponente, die das Lernen im Betrieb mit dem Lernen in der Schule verknüpft. Die Teilnahme an diesem System ist hoch. 2019 hatten 50,7 % der

Erwachsenen im Alter von 25–64 Jahren (der dritthöchste Anteil im OECD-Raum) und 43,8 % der 25- bis 34-Jährigen (der zweithöchste Anteil) einen Berufsabschluss des Sekundarbereichs II oder des postsekundären Bereichs. Das Berufsbildungssystem spielt eine bedeutende Rolle dabei, die Arbeitskräfte in die Lage zu versetzen, Innovationen zu absorbieren.

Deutschland hat einen gut entwickelten und dezentralisierten Politikrahmen für Innovation, der durch einen umfassenden Policy-Mix gestützt wird

Auf Bundesebene sind das BMWK und das Ministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für Innovation und Forschung zuständig. Seit 2021 gibt es 15 Bundesministerien. Das BMWK und das BMBF spielen die wichtigste Rolle für den Innovationsbereich, wobei sie je nach Politikfeld mit anderen Bundesministerien (z. B. dem Gesundheits-, Verkehrs- und Umweltministerium) zusammenarbeiten. Die Umsetzung wird generell Behörden wie der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt übertragen. Das BMBF konzentriert sich auf Politikbereiche, in denen Hochschulen und öffentlich geförderte Forschungseinrichtungen für die Durchführung zuständig sind. Das BMWK fokussiert sich im Allgemeinen auf Gebiete, in denen die Innovationspolitik und angewandte Forschung den Unternehmenssektor unterstützen können. Ein weiterer Schwerpunkt ist die ökologisch nachhaltige industrielle Entwicklung.

Das BMWK legt kontinuierlich Wert auf „Technologieoffenheit“ und verfolgt damit einen „branchenoffenen“ Ansatz zur politischen Förderung von Innovationen. Im Rahmen seiner breit gefassten „Transferinitiative“ aktualisierte das BMWK 2021 seinen technologieutralen Ansatz durch die Einführung des Programms „Von der Idee zum Markterfolg“. Darin ist eine Bottom-up-Auswahl von Innovations- und Technologieinvestitionen, insbesondere für die KMU des Landes, vorgesehen (BMW, 2021^[26]). Technologieoffenheit ist seit vielen Jahren ein sehr erfolgreiches Markenzeichen der deutschen Innovationspolitik. Es basiert auf dem Verständnis, dass die Politik sowohl Technology-Push- als auch Technology-Pull-Projekte unterstützen und dadurch Innovationen sowohl angebots- als auch nachfrage-seitig stimulieren kann, wenn sie zu einem gewissen Grad auf einen nichtdirektionalen Ansatz setzt. Allerdings muss eine technologie neutrale Herangehensweise eventuell angepasst werden, damit sie die Transformationen voranbringen kann. Die Netzwerk- und Koordinierungsaspekte der Digitalisierung und der Nachhaltigkeitswende und die Bemühungen der Regierung, das WTI-System resilienter zu gestalten, können beispielsweise eine stärkere Koordination und Steuerung durch den Staat notwendig machen. Die Bundesregierung verfügt auch durchaus über mehrere stärker direktional ausgerichtete Instrumente, mit denen sie die Nachfrage ankurbeln und Märkte schaffen kann. Zum Beispiel zeigt das öffentliche Beschaffungswesen, dass koordinierte Anstrengungen des Bundes und der Länder Innovationen auf Unternehmensebene fördern können. Dieser Bereich – insbesondere „innovative Beschaffung“ – dient als ein Politikhebel im „INNO-KOM“-Transferprogramm der Bundesregierung.

Die Bundesregierung hat robuste Strategien entwickelt, um dem deutschen Innovationssystem zu helfen, auf künftige Chancen und Herausforderungen der Transformation zu reagieren. Um einige ihrer technologie- und branchenspezifischen Strategiepläne zu koordinieren, hat sie außerdem eine Hightech-Strategie (HTS) konzipiert, deren vierte Auflage 2020 veröffentlicht wurde. Das Hightech-Forum, ein Monitoring- und Beratungsgremium, in dem Mitglieder aus der Industrie, der Wissenschaft und der Zivilgesellschaft vertreten sind, unterstützt die Umsetzung der HTS. Die HTS wird durch mehrere spezifischere Strategiedokumente flankiert. Einige davon beschäftigen sich auch mit sehr jungen Wissenschafts- und Innovationsbereichen, beispielsweise die Strategie Künstliche Intelligenz (2018–2020), die Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren (2015) und die Nationale Wasserstoffstrategie (2020). Diese Strategien zeigen, wie wichtig es ist, im Inland Schlüsseltechnologien zu entwickeln, die die Wettbewerbsfähigkeit und sozioökonomische Resilienz Deutschlands in Zukunft sichern. Doch obwohl die meisten dieser Strategien auch betonen, dass angemessene Rahmenbedingungen für Innovationen geschaffen werden müssen, bieten sie nur wenige direkte Anreize für Innovationstätigkeiten. Die Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND) schafft – ebenso wie die Defence Advanced Research

Projects Agency in den Vereinigten Staaten – Räume für Innovationsträger*innen, in denen sie Risiken eingehen und radikal anders denken können.

Die Bundesmittel für FuE werden von mehreren Ministerien verwaltet, wobei das BMBF, das BMWK und das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) den größten Beitrag leisten. In jedem Ministerium erfolgt die Vergabe der Bundesmittel entweder durch Projektförderung für FuE – direkt durch die gezielte Entwicklung spezifischer Technologien oder indirekt durch die Unterstützung der Verbreitung bestimmter Technologien – oder durch institutionelle Förderung. Der größte Anteil (58,4 %) stammt von BMBF, weil sein Haushalt die institutionelle Förderung des Bundes für öffentliche Forschungseinrichtungen abdeckt (rd. 45 % der gesamten Bundesmittel für FuE). Neben direkter institutioneller Finanzierung fördert das BMBF auch thematische Forschung in Bereichen, die von Gesundheit und ökologischer Nachhaltigkeit bis zu Materialwissenschaft und Technologien wie KI, Mikroelektronik, Hochleistungscomputing, Quantentechnologien sowie Photonik, Produktionstechnologien und Batterien reichen. Das BMWK leistet den zweithöchsten Bundesbeitrag (22,8 %). Die Mittel fließen hauptsächlich in projektbasierte Programme, darunter das ZIM und einige thematische Programme in Bereichen wie Digitalisierung, Automobilsektor, Energie, Flugverkehr und Verkehr. Das BMVg finanziert mit dem drittgrößten Bundesbeitrag zur FuE-Förderung hauptsächlich große FuE-Projekte und Beschaffung im Verteidigungsbereich.

Die direkte FuE-Förderung der Bundesregierung ist ein Eckpfeiler der deutschen Innovationspolitik. Die FuE-Aufwendungen des Staatssektors (GOVERD) sind mit 17,4 Mrd. EUR die dritthöchsten der Welt und im Verhältnis zum BIP (0,44 %) die zweithöchsten (nach Korea) (OECD, o. J.^[12]). Die meisten direkten staatlichen Fördermittel für Innovationen auf Unternehmensebene werden über Zuschüsse für FuE-Projekte im Rahmen großer Bundesprogramme und über FuE-Programme auf Länderebene vergeben. Programme wie ZIM, INNO-KOM und IGF geben wichtige Impulse für den Technologietransfer zwischen Forschungsinstituten und den KMU des Landes. Sie stellen außerdem sicher, dass der Privatsektor dazu in der Lage ist, innovative Ideen und Technologien aufzunehmen. 2020 erweiterte die Bundesregierung durch die Einführung der Forschungszulage auch die indirekte FuE-Förderung. Die Zulage unterstützt KMU mit einer 25 %igen Steuergutschrift für internes FuE-Personal und einer 15 %igen Gutschrift für FuE-Aufwendungen für Auftragsforschung, die von im Europäischen Wirtschaftsraum ansässigen Auftragnehmern ausgeführt wird. Der thematische Schwerpunkt der staatlichen FuE-Förderung ergibt sich generell aus Strategiedokumenten wie der HTS. Die Bundesregierung hat außerdem mehrere thematische Finanzierungs- und Politikinstrumente zur Stärkung der Innovationskraft eingeführt. Dazu gehören das Programm zur Umsetzung von Ziffer 35c im Rahmen des Konjunkturpakets (KoPa 35c), das nachhaltige Innovationen in der Fahrzeugbranche finanziert, und die Industrie 4.0-Strategie, die den digitalen Wandel im Verarbeitenden Gewerbe fördert.

Die Bundesregierung implementiert zahlreiche Programme, die Start-ups in Deutschland unterstützen, und die Entwicklung von Wagniskapitalmärkten für vielversprechende unternehmerische Initiativen ist eine Priorität. Durch Programme wie den High-Tech Gründerfonds, EXIST und INVEST hat die Bundesregierung einen relativ robusten Förderrahmen für das Wachstum von Start-ups entwickelt. 2021 hat sie außerdem den Zukunftsfonds gegründet. Der von der KfW verwaltete Beteiligungsfonds mit einem Investitionsvolumen von 10 Mrd. EUR unterstützt Start-ups in der Wachstumsphase. Trotz der großen Bedeutung des Wagniskapitals für innovative Start-ups ist das Finanzierungsniveau jedoch im Vergleich zu anderen technologisch fortgeschrittenen Volkswirtschaften wie den Vereinigten Staaten und dem Vereinigten Königreich nach wie vor niedrig. Angesichts der nur unzureichend entwickelten inländischen Wagniskapitalmärkte suchen viele deutsche Hightech-Start-ups deshalb Finanzmittel bei ausländischen (hauptsächlich US-amerikanischen) Investoren.

Die dezentrale Governance des deutschen Innovationsökosystems hat zahlreiche Vorteile. Erstens tragen die starke Dezentralisierung und regionale Autonomie dazu bei, die politischen Maßnahmen auf die lokalen sozioökonomischen Bedürfnisse zu konzentrieren, insbesondere im Industriebereich. Da die Länder über einen gewissen finanziellen Handlungsspielraum verfügen (u. a. über die Einkommensteuer),

ermöglicht dies den regionalen Politikverantwortlichen, die Innovationspolitik (sowie andere Fördermaßnahmen wie Steueranreize) auf die Bedürfnisse der lokalen Wirtschaft und Industrie auszurichten, um Anreize für Innovationen auf subnationaler Ebene zu setzen. Außerdem fällt die Bildungspolitik (einschließlich der Universitäten) in den Zuständigkeitsbereich der Länder. Die öffentlichen Forschungseinrichtungen und Universitäten besitzen ebenfalls ein hohes Niveau an Autonomie und können ihre eigenen Forschungsprioritäten unabhängig von staatlichen Vorgaben festlegen. Dies hat zur Verzahnung zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen, Kommunen und der Industrie beigetragen und ist ein Beispiel für erfolgreiche Bottom-up-Innovationen.

Das hohe Maß an regionaler Autonomie im WTI-System hilft den Politikverantwortlichen, eine effektivere WTI-Politik zu konzipieren und umzusetzen. Eine größere regionale Autonomie ermöglicht den Politikverantwortlichen, sich auf Fragen der regionalen Wettbewerbsfähigkeit zu konzentrieren, lokale Politikmaßnahmen agil anzupassen sowie Akteure und Sektoren gezielter zu unterstützen. Die politischen Entscheidungsträger*innen in Deutschland müssen diese eindeutigen regionalen Vorteile umfassend nutzen und zugleich einen koordinierteren und kohärenteren nationalen Ansatz für die Nachhaltigkeitswende, die Digitalisierung und andere horizontale Innovationsherausforderungen entwickeln.

Der föderale Aufbau Deutschlands stellt das WTI-System jedoch auch vor Herausforderungen. Der hohe Grad an Autonomie der regionalen Akteure im WTI-System bringt es mit sich, dass lokale Prioritäten berücksichtigt werden. Dies kann sowohl die Umsetzung bundespolitischer Ziele als auch die Kohärenz länder- und ressortübergreifender Ziele beeinträchtigen. Außerdem kann eine fragmentierte Digitalisierung – insbesondere im Bereich des Datenaustauschs und des Technologietransfers, sowohl auf Universitätsebene als auch innerhalb des Bildungssystems insgesamt – die Schaffung besserer Rahmenbedingungen für Innovationen erschweren.

Deutschland hat eines der fortschrittlichsten und angesehensten Qualitätssicherungs- und Zertifizierungssysteme („Qualitätsinfrastruktur“) der Welt, was die internationale Wettbewerbsfähigkeit stützt. Das Land hat eine lange Tradition, Fragen der Standardisierung, Zertifizierung und Regulierung mit dem Ziel anzugehen, wettbewerbsneutrale Instrumente zu schaffen, die dem Gemeinwohl dienen. Die große Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland – und die Innovationen, die den Sektor antreiben – haben zu einer Internationalisierung der deutschen Regulierungsstandards geführt, da die deutsche Industrie eng in globale Wertschöpfungsketten eingebunden ist und große Marktanteile in mehreren Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes besitzt (insbesondere im Automobilsektor und im Maschinenbau). Die Fähigkeit, das Regulierungsumfeld und die geltenden Standards auch jenseits der eigenen Grenzen zu gestalten, ist eine entscheidende Stärke der deutschen Industrie. Ein „Regelsetzer“ anstelle eines „Regelempfängers“ zu sein, kann die Führungsrolle Deutschlands im Innovationsbereich stärken. Diese Position wird jedoch dadurch infrage gestellt, dass Deutschland in einigen Schlüsselbereichen, die für die künftige Wettbewerbsfähigkeit von zentraler Bedeutung sind, nicht zu den Vorreitern gehört. Das gilt insbesondere für Hochtechnologien wie KI, Robotik, Batterien und Quantencomputing.

Angesichts der starken Exportorientierung der deutschen Wirtschaft hat die Innovationspolitik eine wichtige internationale Komponente. Deutschland arbeitet in mehreren Bereichen der Innovationspolitik eng mit der Europäischen Union zusammen. Die internationale Zusammenarbeit weist in der Regel ein höheres Maß an Direktionalität auf, insbesondere bei der Unterstützung von Schlüsseltechnologien (wie Halbleitern, Wasserstoff und Batterien) und der Dateninfrastruktur. In diesen Fällen hätte eine kritische Masse technologischer Kompetenz auf supranationaler Ebene Vorteile für alle EU-Mitgliedstaaten. Dies gilt für die Innovationstätigkeit, ist aber möglicherweise auch wichtig im Hinblick auf die laufenden Debatten über die technologische Souveränität. Die Ausrichtung der Innovationstätigkeit innerhalb des deutschen Unternehmenssektors, der eng in zahlreiche globale Wertschöpfungsketten eingebunden ist, hat auch systemische Auswirkungen auf die Europäische Union. Die deutsche Bundesregierung arbeitet daran, ein wichtiges Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse zum Aufbau der nächsten Generation von Cloud-Infrastrukturen und -Services (IPCEI-CIS) auf EU-Ebene einzuführen, und hat 750 Mio. EUR für das Projekt bereitgestellt (BMW, 2021^[27]). Die Zusammenarbeit auf EU-Ebene

zeigt jedoch auch, dass es Bereiche gibt, in denen die Umsetzung eines stärker direktional ausgerichteten Ansatzes auf nationaler Ebene Schwierigkeiten mit sich bringt und das Risiko birgt, dass die Behörden gegen die Beihilfavorschriften der EU verstoßen. Außerdem hat eine Qualitätsinfrastruktur implizit eine internationale Komponente, da sie Freihandel unterstützt, der für die exportorientierte Wirtschaft Deutschlands von entscheidender Bedeutung ist.

Das deutsche Innovationssystem hat trotz eindeutiger Stärken auch mehrere strukturelle Schwächen

Angesichts der erheblichen öffentlichen Fördermaßnahmen zur Stärkung der Innovationstätigkeit von KMU und der Größe und industriellen Zusammensetzung der deutschen Wirtschaft ist der Innovationsbeitrag von KMU, Start-ups und jungen Unternehmen niedriger als er sein könnte. Wie in allen in Bezug auf FuE-Investitionen führenden Ländern entfällt auch in Deutschland der größte Teil der BERD auf Großunternehmen. Der in den letzten Jahrzehnten festzustellende relative Rückgang des Beitrags des Mittelstands zur Innovationstätigkeit ist jedoch Grund zur Sorge. Er begann Ende der 1990er Jahre, hat sich aber seit der weltweiten Finanzkrise 2008–2009 beschleunigt. 2019 entsprachen die Innovationsausgaben der KMU nur 29 % der Investitionen großer Unternehmen, im Vergleich zu 73 % im Jahr 1995. Die Bundesregierung ist sich dieser Herausforderung bewusst und bemüht sich vor allem darum, den Zugang von KMU zu Forschungseinrichtungen zu verbessern. Auch das vom BMWK eingeführte Programm „Von der Idee zum Markterfolg“ soll diesem Trend entgegenwirken.

Ein größerer Beitrag von KMU und Start-ups zur Innovationstätigkeit wird die Teilhabe stärken. Da KMU 99 % der Unternehmen und 56 % der Gesamtbeschäftigung des Landes ausmachen, würde eine zunehmende Divergenz zwischen KMU und großen Unternehmen zu einer wachsenden Konzentration der Produktivitätssteigerungen bei einem relativ kleinen Teil der Erwerbsbevölkerung führen (Destasis, o. J.^[28]). Viele deutsche Innovationsprogramme akzeptieren zwar Anträge von Erstinnovatoren, die Wissenstransferinitiativen sind jedoch traditionell stärker auf Unternehmen ausgerichtet, die bereits Innovationstätigkeiten durchführen. Viele kleinere Unternehmen, einschließlich Start-ups, haben deshalb keinen Anspruch auf öffentliche Forschungs- und Innovationsförderung. Es ist ermutigend, dass eine zunehmende Anzahl der an staatlich geförderten Innovationsprogrammen teilnehmenden Unternehmen Erstbewerber sind. Es ist jedoch möglich, dass die aufwendigen Antragsverfahren die Reichweite dieser Programme beeinträchtigen.

Junge Unternehmen leisten einen sehr geringen Innovationsbeitrag in Deutschland. Auf Unternehmen, die weniger als fünf Jahre aktiv sind, entfällt ein sehr geringer Anteil der gesamten FuE- und Innovationsausgaben im deutschen Unternehmenssektor. Dies könnte teilweise auf den geringen Anteil der Start-ups in der deutschen Unternehmenspopulation zurückzuführen sein, denn der deutsche Anteil von Unternehmen, die höchstens zwei Jahre aktiv sind, ist der zweitniedrigste im OECD-Raum (OECD, o. J.^[29]). Außerdem war innovatives Unternehmertum viele Jahre lang schwach ausgeprägt, wenngleich die Dynamik in den letzten Jahren zugenommen hat. Deutschland hat nicht das gleiche Niveau an neuen – häufig disruptiven – innovativen Unternehmen wie andere Länder, beispielsweise die Vereinigten Staaten und das Vereinigte Königreich. Der Anteil Deutschlands an den Investitionen in KI-Start-ups lag 2020 beispielsweise in der Gruppe der EU-Länder (EU27) und des Vereinigten Königreichs nur bei 14 % und damit weit hinter dem Vereinigten Königreich (55 %). Die Verbindungen zwischen KI-Unternehmen und KMU oder größeren Unternehmen sind im Industriesektor ebenfalls schwach und KI für Tätigkeiten wie Datenanalyse, Verarbeitung natürlicher Sprache, Bilderkennung und Automatisierung ist in Unternehmen nach wie vor noch nicht sehr weit verbreitet. Diese Tendenzen können die Innovationskapazitäten der deutschen Wirtschaft beeinträchtigen. Dies kann dazu führen, dass Unternehmen sich nicht neu erfinden oder an ein sich wandelndes wirtschaftliches Umfeld anpassen können.

Das deutsche Innovationssystem muss mehr disruptive und radikale Innovationen fördern, weil der Erfolg des derzeitigen inkrementellen Innovationsmodells die Führungsrolle in der Zukunft

nicht sichern wird. Die nachhaltige Entwicklung und die Digitalisierung rufen einen weitreichenden Paradigmenwechsel in der Weltwirtschaft hervor. Vor diesem Hintergrund sind Investitionen in disruptivere und radikalere Innovationen unumgänglich, um die Führungsrolle auch in Zukunft erfolgreich zu verteidigen. Diese Investitionen sind riskanter als inkrementellere Innovationen, und sie drängen sich nicht auf, solange das derzeitige Innovationsmodell noch sehr erfolgreich die Umsätze in den betroffenen Branchen sichert. Dies zeigt sich im anhaltenden Exporterfolg von deutschen Autos. Der Übergang zu disruptiveren und radikaleren Innovationen wird insbesondere für den Mittelstand und junge Unternehmen nicht leicht sein. Gut ausgebildetes Personal und die Wissensvermittlung durch Forschungseinrichtungen sind deshalb von zentraler Bedeutung. Die Entscheidung der Bundesregierung, 2021 die Agentur SPRIND zu gründen, zeigt, dass sich die Politik zunehmend bewusst wird, wie wichtig es ist, bahnbrechende und disruptive Innovationen zu unterstützen, und dass dazu eine andere – risikotolerantere und ehrgeizigere – WTI-Politik erforderlich ist.

Die Herausforderungen bei der Finanzierung von Start-ups und Innovationen bringen das Risiko mit sich, dass vielversprechende Unternehmen das Land verlassen oder Innovationschancen verpassen. Der deutsche Risikokapitalmarkt ist nach wie vor klein, und zwar sowohl im internationalen Vergleich als auch im Verhältnis zur Größe der Volkswirtschaft. Eine der größten Herausforderungen bei der Finanzierung von Innovationen ist in Deutschland die Deckung des Investitionsbedarfs der Unternehmen während der Wachstums- und Spätphase, der generell höher ist als während der Frühphase. Die fehlenden Mittel veranlassen vielversprechende deutsche Start-ups dazu, sich für die Börseneinführung oder Spätphasenfinanzierung auf ausländischen Kapitalmärkten umzusehen. Der Mangel an institutionellen Investitionen behindert die Entwicklung dieser Art von Finanzierung in Deutschland. Die Pensionsfonds, Versicherungsgesellschaften und öffentlichen Finanzinstitutionen des Landes gehören zu den wenigen Finanzierungsquellen, die das für die Skalierung der vielversprechendsten Innovationsträger erforderliche Risikokapital bereitstellen könnten, sie verhalten sich aber sehr zurückhaltend.

In der deutschen Wirtschaft insgesamt und insbesondere im Innovationssystem ist ein Geschlechterungleichgewicht festzustellen. Frauen sind in Führungspositionen nach wie vor in der Minderheit. Jüngsten OECD-Daten zufolge wurden 2015 nur 13 % der deutschen Technologie-Start-ups von Frauen geführt. Dies wird sich wahrscheinlich auf die künftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und die Teilhabe auswirken (OECD, 2020_[8]). Die Beteiligung von Frauen an der Innovationstätigkeit und an innovativem Unternehmertum kann durch die gleichen Faktoren beeinträchtigt werden, die Frauen generell daran hindern, eine Vollzeitbeschäftigung aufzunehmen. Insbesondere die hohe Besteuerung von Zweitverdiener*innen sowie das unzureichende Angebot an Ganztagskinderbetreuung und Ganztagschulen machen sich hier bemerkbar (Yashiro und Lehmann, 2018_[30]). Der geringe Frauenanteil bei Innovationsaktivitäten ist teilweise auch darauf zurückzuführen, dass ein großer Teil der BERD in Branchen durchgeführt wird, in denen die Teilhabe von Frauen, u. a. aufgrund der Genderlücke in den MINT-Fächern, seit jeher niedrig ist: 2018 waren zwei Drittel der Absolvent*innen mit Tertiärabschluss in MINT-Fächern Männer, was die Unterrepräsentation von Frauen in Schlüsselsektoren verstetigt. Es ist deshalb erforderlich, die Teilhabe von Frauen an den MINT-Fächern – und ihre für Innovationen erforderlichen Kompetenzen – zu verbessern, um den zunehmenden Bedarf an digitalen und datenbasierten Innovationen decken zu können (OECD, 2020_[8]).

Deutschland ist in mehreren für Innovationen entscheidenden Bereichen, insbesondere der interdisziplinären Ausbildung, mit einem Fachkräftemangel konfrontiert. Das Fachkräftemonitoring des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales aus dem Jahr 2020 kam zu dem Ergebnis, dass die Arbeitskräfteengpässe in den Berufen am größten sind, die ein hohes Maß an IKT-Kompetenzen erfordern, sowie im Gesundheitswesen, im Handwerk und in den Berufen, die mit Mechatronik und Automatisierungstechnik zusammenhängen (BMAS, 2021_[31]). Deutschland hat zwar im internationalen Vergleich ein hohes Niveau an MINT-Kompetenzen, es reicht jedoch möglicherweise nicht aus, um den wachsenden Bedarf der Industrie zu decken (OECD, 2021_[32]). Der Fachkräftemangel ist am größten bei Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen; in 70 % dieser Berufe fehlt es an hochqualifiziertem Personal, eine der

höchsten Quoten im OECD-Raum (OECD, 2021^[32]). Neben technischen Kompetenzen sind soziale und sozialwissenschaftliche Kompetenzen ebenfalls von hoher Bedeutung, um transformative Veränderungen in der Wirtschaft voranzubringen (dienstleistungsbezogene Innovationen sind beispielsweise eine zentrale Antriebskraft der digitalen Wirtschaft, bei der es mehr um Mobilitätsdienste als um den Kauf von Autos geht). Die traditionelle Ausrichtung der deutschen Erwerbsbevölkerung wird klar, wenn man die Spezialisierungen der Beschäftigten mit Tertiärabschluss auf dem inländischen Arbeitsmarkt betrachtet. Deutschland gehört beispielsweise im EU-Raum zu den beiden Ländern mit dem niedrigsten Anteil an Absolvent*innen der Sozialwissenschaften (24 %), aber auch zu den beiden Ländern mit dem höchsten Anteil an Absolvent*innen der Ingenieurwissenschaften (25 %) (Paunov, Planes-Satorra und Moriguchi, 2017^[33]). Mit einer stärker interdisziplinär ausgerichteten Ausbildung könnten Absolvent*innen der Ingenieur- wie auch der Sozialwissenschaften künftig mehr zur Wirtschaftsleistung beitragen.

Der demografische Ausblick in Deutschland, insbesondere die alternde Bevölkerungsstruktur, ist eine Herausforderung für das Innovationssystem wie auch das sozioökonomische Wohlergehen insgesamt. In Deutschland vollzieht sich die demografische Alterung schneller als in den meisten anderen OECD-Ländern. Der Altenquotient des Landes – das Verhältnis der Menschen ab 67 Jahren zu 100 Personen im erwerbsfähigen Alter (Altersspanne von 20 bis 66 Jahren) – ist der dritthöchste im OECD-Raum und dürfte sich in den nächsten 35 Jahren verdoppeln (Statistisches Bundesamt, o. J.^[34]). Die demografische Entwicklung in Deutschland beeinflusst die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit auf zweierlei Weise. Erstens haben die Schwierigkeiten bei der Wiederbesetzung von durch Ruhestand freierwerdenden Stellen wahrscheinlich zur Folge, dass der Arbeitskräftemangel in bestimmten Branchen noch zunehmen wird (OECD, 2021^[32]). Zweitens schrumpfen mit der Bevölkerungsgruppe, die mit der größten Wahrscheinlichkeit ein Unternehmen gründet (30–50 Jahre), auch die Markteintrittsquoten neuer Unternehmen in Deutschland, ein Trend, der sich in den kommenden Jahren noch beschleunigen wird (OECD, 2020^[8]). Diese Herausforderungen sind enorm, vor allem angesichts der Tatsache, dass Start-ups eine wichtige Rolle bei der Entwicklung derjenigen Innovationen spielen können, die für die Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit in neu entstehenden Technologien und digitalen Dienstleistungen erforderlich sind. Strukturelle Hemmnisse können die Innovationstätigkeit auch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene erheblich beeinträchtigen. Der demografische Kontext macht es außerdem erforderlich, Migrant*innen die Chance zu geben, am Innovationssystem des Landes teilzuhaben, indem Personen mit den von den deutschen innovierenden Unternehmen verlangten Kompetenzen und Erfahrungen auch außerhalb Deutschlands angeworben werden. Deutschland sollte deshalb die Bedingungen für die Anwerbung ausländischer Talente weiter lockern und die Gründung von Start-ups durch hochqualifizierte im Ausland geborene Fachkräfte und Wissenschaftler*innen erleichtern (vgl. das Beispiel BioNTech weiter unten).

Die Herausforderungen, vor denen der Mittelstand und Start-ups beim Zugang zu Forschungsergebnissen und Expertise stehen, sind bekannt. Der ZEW-Innovationserhebung 2018 zufolge hatten 2018 rd. 38 % der innovierenden großen Unternehmen Wissenskooperationen mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen vorzuweisen, bei innovierenden KMU lag der Anteil aber lediglich bei 17,5 %. Die lokale und regionale Streuung des Wissens stellte ein besonderes Hindernis für die Zusammenarbeit dar (ZEW, 2018^[35]). Die „Transferinitiative“ des BMWK wurde eingeführt, um die Zahl der KMU, die neue Ideen auf den Markt bringen, zu erhöhen (BMW, 2021^[36]). Die Forschungseinrichtungen sind ebenfalls mit seit Langem bestehenden Problemen konfrontiert. Dazu gehören schlechte berufliche Aufstiegsmöglichkeiten, unflexible Arbeitsbedingungen, Mobilitätshemmnisse und fehlende Anreize für die Einbindung des Mittelstands und von Start-up-Unternehmen. All dies schränkt den möglichen Beitrag öffentlich finanzierter Forschungseinrichtungen zur wirtschaftlichen Innovationstätigkeit ein.

1.4. Das deutsche Innovationssystem und seine Antworten auf die Herausforderungen der Zukunft

Das WTI-System ist ausgereift und funktioniert gut, muss aber strukturelle Veränderungen bewältigen

Das WTI-System muss sich für zukünftige Transformationen wappnen, indem es u. a. seine Kapazitäten für bahnbrechende oder disruptive Innovationen ausbaut. In Schlüsselsektoren, die die zweite industrielle Revolution geprägt haben – in der Automobilindustrie, der Chemiebranche und im Maschinenbau – hat das deutsche WTI-System sehr erfolgreich zur Führungsposition des Landes beigetragen. Technische, wissenschaftliche, institutionelle und politische Kompetenzen haben dafür gesorgt, dass in diesen Technologiebereichen die Rahmenbedingungen für kontinuierliche innovative Verbesserungen stimmten. Aber alles deutet darauf hin, dass nun breitere und komplexere Veränderungen anstehen: 1. Die traditionellen Wirtschaftssektoren sind durch den digitalen Fortschritt mit disruptiven Umwälzungen konfrontiert. 2. Die Gesellschaft fordert die Gestaltung einer ökologisch nachhaltigen Zukunft. 3. Unsicherheiten und eine erhöhte Krisenanfälligkeit prägen die Weltlage – die Finanzkrise der Jahre 2008–2009 und die Coronapandemie haben dies bewiesen. WTI-Politik muss agiler werden, damit politische Entscheidungsträger*innen und Unternehmen in dieser komplexen und unsteten Welt schnell auf unerwartete Umstände und Ereignisse reagieren können, ohne dass sie dabei die inkrementellen Innovationen vernachlässigen, auf die sich die deutsche Wettbewerbsfähigkeit seit Jahrzehnten stützt.

Geschäftsinnovationen, Forschungsschwerpunkte und Wissenstransfer stehen unter dem starken Einfluss etablierter Branchenführer. Diese Tendenz des WTI-Systems hat möglicherweise disruptive Innovationen und bahnbrechende Neuerungen verhindert und es der deutschen Wirtschaft dadurch erschwert, ihren Status als globaler wirtschaftlicher Innovationsträger zu verteidigen. Industrie- und Produktionsunternehmen, insbesondere im Mittelstand, haben sich weniger um Innovationen in Transformationsbereichen gekümmert, z. B. in den Digital-, Informations- und Kommunikationstechnologien oder auf dem Gebiet des Umwelt- und Klimaschutzes – und das obwohl die Produkte und Märkte gerade dieser Akteure von den Veränderungen besonders stark betroffen sein werden. In diesem Zusammenhang wird der Wandel möglicherweise auch durch die geringe Zahl an innovativen Neugründungen gebremst. Bezüglich der Digitalisierung stellt sich vor allem auch die Frage, ob von einigen wenigen Unternehmen beherrschte Märkte die Wettbewerbschancen für den Mittelstand beeinträchtigen, und welche Konsequenzen dies für die Teilhabe an der Innovationswirtschaft haben wird. (Autor et al., 2020^[37]).

Damit ein WTI-System den Wandel unterstützt, müssen seine Politikmaßnahmen einen Beitrag zur Vorbereitung auf zukünftige Herausforderungen leisten, indem sie flexiblere Strukturen schaffen, Innovation offen gestalten und den Austausch mit der Zivilgesellschaft fördern. Eine breitere Einbeziehung der Zivilgesellschaft kann aufgrund der zusätzlichen Beiträge die Qualität der WTI-Politik verbessern und die asymmetrischen sozioökonomischen Auswirkungen ihrer Maßnahmen abschwächen. Für die politische Gestaltung könnte dies bedeuten, dass WTI-Politik stärker auf strategische Prognosen (wie die Foresight-Prozesse der BMBF-Kampagne VORAUS:schau!) setzt. Außerdem könnten bessere Voraussetzungen für detaillierte und aussagekräftige Datenanalysen und Visualisierungen im WTI-System geschaffen werden, damit die WTI-Politik mehr Wirkung entfaltet und besser bewertet und überwacht werden kann. Die Umsetzung von Maßnahmen könnten Reallabore und andere politische Experimentierräume erleichtern. Die Gesellschaft sollte auch immer dann eingebunden werden, wenn sie von technologischen Entwicklungen betroffen ist und wenn sich die Frage stellt, inwieweit sie die technischen Tools, die das Ergebnis dieser Entwicklungen sind, akzeptiert. (Paunov und Planes-Satorra, 2021^[38]). Es gibt moderne digitale Instrumente (wie z. B. öffentliche Fora), mit denen diese gesellschaftlichen Sichtweisen besonders gut erfasst werden können. Was das sonstige politische Instrumentarium betrifft, stellen sich Erfolge möglicherweise schneller ein, wenn durch Reallabore und flexiblere rechtliche Rahmenbedingungen Raum für Experimente geschaffen wird. Außerdem ist es wichtig, Hindernisse auf

dem Weg zu bahnbrechenden Innovationen, wie z. B. fehlende Kompetenzen und Forschungskapazitäten in Schlüsseltechnologien, mit geeigneten Hilfsmitteln zu überwinden.

Auf dem Gebiet der digitalen Innovationen hat Deutschland Aufholbedarf

Die eingeschränkte digitale Vernetzung ist nicht innovationsfreundlich. Das digitale Netz ist in Deutschland relativ schlecht ausgebaut, insbesondere was festnetzbasierte Hochgeschwindigkeitsbreitbandanschlüsse und die Abdeckung durch schnelle mobile LTE-Datennetzwerke betrifft. 2019 lag der Glasfaseranteil unter den deutschen Festnetzbreitbandanschlüssen bei nur 1,72 % und damit deutlich unter dem OECD-Durchschnitt von 8,91 % (OECD, 2020^[8]). Nur 36,9 % der deutschen Firmenstandorte in kleinen und ländlichen Gemeinden können Breitbandanschlüsse mit Downloadgeschwindigkeiten von mehr als 30 Megabit pro Sekunde nutzen; in Städten sind es immerhin 52,3 % (OECD, 2020^[8]). Die staatlichen Stellen wissen, wie wichtig es ist, die digitale Schere zu schließen, und bemühen sich mit mehreren Initiativen, die digitale Infrastruktur auszubauen und zu verbessern. Zum Beispiel wurde die Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft gegründet, die den Auftrag hat, die fast 5 000 weißen Flecken der deutschen 4G-Netzabdeckung zu schließen. Mit der Versorgung mit 5G geht es in Deutschland bisher nur relativ langsam voran, eine allgemein anerkannte Vergleichsmethode gibt es in diesem Bereich allerdings nicht. Was die deutsche Breitbandinfrastruktur betrifft, stehen umfassende Investitionen des Privatsektors zu erwarten: Der Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO) schätzt, dass bis 2026 rund 43 Mrd. EUR in den Ausbau hochwertiger Glasfaserverbindungen fließen werden. (Fibre Systems, 2021^[39]).

Die Mängel der digitalen Vernetzung haben bereits die Fähigkeit deutscher Firmen beeinträchtigt, das Potenzial digitaler Technologien auszuschöpfen. Die langsame Verbreitung von IKT und digitalen Tools stellt eine besondere Herausforderung für die innovative Wettbewerbsfähigkeit und die Vorbereitung des deutschen Mittelstands auf die zunehmende Digitalisierung der Wirtschaft dar. Schon jetzt liegen Daten vor, die zeigen, dass Deutschland bei der Einführung bestimmter digitaler Schlüsseltechnologien in Verzug geraten ist. Zum Beispiel liegt das Land deutlich hinter den erfolgreichsten OECD-Ländern in den Bereichen Cloud-Computing, Hochgeschwindigkeitsbreitband und Big-Data-Analysen (OECD, 2020^[8]). Die geringe Verbreitung hochmoderner IKT dürfte z. T. dafür verantwortlich sein, dass in der deutschen Wirtschaft wenig Geräte- und Sensordaten verarbeitet werden. Die Erhebung dieser Daten ist eine zentrale Komponente der Industrie 4.0, sie setzt aber Investitionen in eine hochwertige Netzinfrastruktur voraus. Hinzu kommt eine Reihe anderer Faktoren, die das Innovationspotenzial vieler deutscher Firmen beeinträchtigen: überholte Datenschutzbestimmungen, Cybersicherheitsbedenken, zu wenig Kapital für Digitalisierungsprogramme in Unternehmen, begrenzte digitale Testräume und unzureichende Investitionen in das nötige Wissenskapital für eine bessere Wertschöpfung aus Datenbeständen und digitalen Technologien.

Für die langsame Verbreitung von digitalen Technologien und IKT im öffentlichen und privaten Sektor könnte auch ein Kompetenzmangel verantwortlich sein. Wie erwähnt bremst möglicherweise das begrenzte Angebot an MINT-Absolvent*innen, IKT-Fachkräften und Datenspezialist*innen die Einführung neuer Technologien und damit auch die Innovationstätigkeit (OECD, 2020^[8]). Ob ein Unternehmen neue IKT-Tools für datenbasierte Innovationen nutzt, hängt z. B. stark davon ab, ob es IKT-Spezialist*innen beschäftigt. Weder der öffentliche noch der private Sektor sind derzeit in der Lage, die Möglichkeiten der Digitalisierung voll auszuschöpfen. Im Vergleich zu anderen OECD-Ländern ist der Digitalisierungsgrad des öffentlichen Sektors und seiner Dienstleistungen nach wie vor gering; zusammen mit der eingeschränkten Nutzung und Interoperabilität von Daten hat dies dazu geführt, dass Deutschland im OECD Digital Government Index erst auf Platz 26 zu finden ist. (OECD, 2020^[40]).

Deutschlands internationale Wettbewerbsfähigkeit war bisher eng mit seinem Status als weltweit führender Innovationsträger in Schlüsselindustrien verknüpft; doch die neuesten digitalen Innovationen, die heute den wirtschaftlichen Wandel vorantreiben, entstehen anderswo. Die

meisten IKT-Patente meldet nicht Deutschland an, sondern die Vereinigten Staaten, Japan, Korea und China, und zwar für allgemeine IKT ebenso wie für hochmoderne Anwendungen sowie für wichtige Universaltechnologien wie KI und Nanotechnologie. 2017 meldete Deutschland 146 IP5-Patente auf dem Gebiet KI an, die Vereinigten Staaten aber 1 065 und Japan sogar 1 115. Was wissenschaftliche Publikationen zum Thema KI anbelangt, zählten in den Jahren 2014–2016 nur zwei deutsche Firmen zu den 50 führenden Unternehmen (Dernis et al., 2019^[41]). Ein ähnliches Bild bietet sich in der Nanotechnologie, deren Lösungen für eine Reihe moderner Anwendungen benötigt werden, insbesondere für die Arten von Halbleitern, die das autonome Fahren der nächsten Generation ermöglichen werden: 2017 lag Deutschland in diesem Bereich mit nur 17 IP5-Patentanmeldungen weit hinter den Vereinigten Staaten (140 Anträge) und Japan (112 Anträge). In der Praxis bedeutet dies, dass die Zeiten, in denen deutsche Erfindungen die Fertigungs- und Industrieprozesse in aller Welt maßgeblich beeinflussten, der Vergangenheit angehören. Stattdessen werden deutsche Unternehmen künftig Innovationen – und Normen über deren Einsatzmöglichkeiten – vermehrt aus dem Ausland übernehmen. Dass Deutschland im Bereich der Digitalisierung nicht zu den führenden Nationen gehört, zeigt auch die fehlende globale Präsenz deutscher innovativer Digitalunternehmen: Unter den 100 digitalen Firmen mit der höchsten Marktkapitalisierung sind nur drei in Deutschland ansässig – 13 haben ihren Sitz in China und 59 in den Vereinigten Staaten (PwC, 2021^[42]).

Jenseits der digitalen Wirtschaft im engeren Sinne ist Deutschlands globale Führungsrolle auch im Fertigungssektor bedroht, da auch hier die Wertschöpfung eines Produkts zunehmend von seinen digitalen Komponenten abhängt. Als leistungsfähiger Innovationsträger deckt der deutsche Automobilsektor rd. 43 % der globalen Patente im Bereich „Elektronische Verarbeitung digitaler Daten“ ab. Die Digitalisierung des Automobilsektors wird sich in mehreren anderen Bereichen auf deutsche Hersteller auswirken: Dazu gehören die Bewertung von mit den Produkten verbundenen digitalen Dienstleistungen, die Beschleunigung der Innovationszyklen, neue Kooperationsmöglichkeiten im Bereich der digitalen Innovationen und Unternehmensinvestitionen in digitale Lösungen zur Neuorganisation interner Prozesse. Was die deutschen Autobauer betrifft, wird der Verbrennungsmotor seine bisher zentrale Bedeutung für die Wertschöpfung der Branche verlieren; an seine Stelle treten in Zukunft möglicherweise digitale Komponenten.

Die Digitalisierung bringt unausgewogene Verteilungseffekte mit sich. Laut aktuellen Prognosen des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales werden bis zum Jahr 2040 in Deutschland zwar rd. 3,6 Mio. Arbeitsplätze neu entstehen, aber auch etwa 5,3 Mio. Arbeitsplätze verschwinden (BMAS, 2021^[31]). Diese Ergebnisse berücksichtigen zwar ganz verschiedene Faktoren, die über die Digitalisierung hinausgehen, sie stehen aber im Einklang mit den Beobachtungen der OECD zu den Auswirkungen technologischer Veränderungen auf den Arbeitsmarkt. Neben demografischem Wandel und anderen Herausforderungen auf dem deutschen Arbeitsmarkt werden z. B. Automatisierungsprozesse vermutlich eine umfassende Verdrängung von Arbeitskräften mit sich bringen. In Bezug auf alle ihre Mitgliedsländer prognostizierte dies die OECD bereits 2018 (Nedelkoska und Quintini, 2018^[43]). Gleichzeitig kann die Digitalisierung und zunehmend wissensintensive Ausrichtung deutscher Unternehmen die regionalen Ungleichgewichte des Landes hinsichtlich Produktivität, Investitionen und Qualität der Infrastruktur noch verschärfen. Dies steht besonders dann zu befürchten, wenn öffentliche Investitionen den Ausgleich solcher Unterschiede nicht umfassend fördern. Die politisch Verantwortlichen stehen deshalb in den kommenden Jahren vor allem vor folgenden Herausforderungen: Die freigesetzten Arbeitskräfte müssen mit den nötigen Kompetenzen ausgestattet werden, damit sie dem Arbeitsmarkt erhalten bleiben, und digitale Technologien (z. B. eine hochwertige Internetverbindung) müssen als öffentliches Gut behandelt werden, ohne dass ein Unternehmen am Markt nicht bestehen kann.

Die Coronapandemie hat auch gezeigt, dass die digitale Infrastruktur verbessert werden muss. Während der Pandemie mussten Unternehmen aufgrund der geltenden Beschränkungen Lösungen finden, die es ihren Angestellten erlaubten, von zu Hause aus zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten. Dies verdeutlichte die hohe Bedeutung der Digitalisierung für die Arbeitswelt der Zukunft.

Dabei traten Defizite der digitalen Infrastruktur (wie z. B. unzureichende Übertragungsraten für Video-Konferenzen oder cloudbasierte Zusammenarbeit) ebenso zutage wie bestimmte Schwierigkeiten aufgrund fehlender Kompetenzen. Dies machte deutlich, dass die Akteure der deutschen Wirtschaft auf die neuen Anforderungen unterschiedlich gut vorbereitet waren. Die Gesundheitskrise unterstrich auch die Bedeutung – und das Potenzial – modernen Echtzeit-Reportings, mit dem regelmäßig aktualisierte und detaillierte Informationen über die Gesundheitslage in die Politikgestaltung integriert werden konnten. Die eingeschränkte Digitalisierung verschiedener Stellen der öffentlichen Verwaltung beeinträchtigte dies allerdings zu einem gewissen Grad.

Die Nachhaltigkeitswende beeinflusst die wesentlichen Stärken der deutschen Innovationstätigkeit und bietet dem Land die Chance, eine Führungsrolle zu übernehmen

Die Wirtschaft Deutschlands erwarten grundlegende Umwälzungen, wenn das Land seine Emissionsreduktionsziele gemäß dem Pariser Klimaabkommen erreichen will. Die deutsche Wirtschaft muss Innovationsherausforderungen bewältigen, um wettbewerbsfähig bleiben zu können. Die deutsche Automobilindustrie liefert hierfür ein besonders eindrückliches Beispiel. Die Nachfrage nach Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren dürfte sinken, da sich die Mobilitätsgewohnheiten verändern und die Dekarbonisierung zu einem weltweiten Anliegen geworden ist. Allerdings wird der Verkehrssektor auch weiterhin maßgeblich zum CO₂-Ausstoß Deutschlands beitragen. Die deutschen Fahrzeugbauer verfolgen Hochpreisstrategien, doch in einer Zeit, in der disruptive Innovationen solche Preispolitiken zunehmend untergraben, dürfte die Nachfrage nach den in den oberen Fahrzeugsegmenten angesiedelten deutschen Exporten nachlassen.

Die Fahrzeugbranche ist ein Paradebeispiel dafür, wie wichtig technologische Kompetenzen sind, um die Nachhaltigkeitswende in den Schlüsselsektoren der deutschen Wirtschaft umzusetzen. Zum Beispiel vergrößert sich der Anteil der Elektroautos an den globalen Zulassungszahlen von Jahr zu Jahr, weil diese Fahrzeuge immer besser werden und gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor auch zunehmend Kostenvorteile bieten. Das ab 2035 geltende Verkaufsverbot der EU für Neuwagen mit Verbrennungsmotor könnte diesen Trend weiter beschleunigen. Dies zeigt, dass Klimagesetze die Verbraucherpräferenzen in den kommenden Jahren grundlegend ändern werden. Jenseits der Autobranche wird das WTI-System Beiträge zu einer Reihe von technischen Lösungen für umweltpolitische Herausforderungen liefern, z. B. für Carbon Capture and Storage, die Steigerung des Anteils der Erneuerbaren am Energiemix, oder auch für Verbesserungen der Energieeffizienz. In Ermangelung einer konsequenten CO₂-Bepreisung – und solange der Staat die Industrie weiterhin mit Energiesubventionen unterstützt – ist der finanzielle Druck für die deutsche Industrie noch nicht groß genug, um Transformationen anzustoßen. In den kommenden Jahren könnte sich das ändern.

Wie die Digitalisierung kann auch die Dekarbonisierung unausgewogene Verteilungseffekte mit sich bringen, die bestehende Ungleichheiten verschärfen können, wenn kein Ausgleich geschaffen wird. Die Politikverantwortlichen müssen die verteilungspolitischen Effekte im Auge haben. Zum Beispiel konzentriert sich der Kohlebergbau auf einige wenige Regionen (z. B. in der Lausitz und im Rheinland) mit überdurchschnittlicher Arbeitslosigkeit und vergleichsweise wenig unternehmerischer Initiative (OECD, 2020^[8]). Man muss deshalb damit rechnen, dass der Ausstieg aus der Kohleverstromung dort zu einer überproportionalen Verdrängung von Arbeitsplätzen führt, die auch die Gefahr birgt, dass sich bestehende Ungleichheiten zwischen Regionen verstärken. Die indirekten Folgen der Dekarbonisierung – z. B. in der Automobilbranche – dürften den deutschen Arbeitsmarkt deshalb deutlich stärker belasten.

Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung bergen auch wirtschaftliche Chancen. Deutschland hat bereits bewiesen, dass es durch Innovationen neue Produkte und Märkte schaffen kann, die den CO₂-Ausstoß reduzieren. Wie mit staatlicher Politik, die sich auf WTI stützt, strukturelle Transformationen vorangebracht werden können, hat z. B. die Entwicklung von Einspeisetarifen für das deutsche Erneuerbare-Energien-

Gesetz gezeigt. Dabei handelt es sich um einen kostenbasierten Preismechanismus für die Stromerzeugung, der Anreize für Privatinvestitionen in Erneuerbare schafft. Diese Erfolge und das deutsche Innovationspotenzial lassen hoffen, dass das Land seine Zielvorgaben zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors, der Industrieproduktion und anderer kohlenstoffintensiver Wirtschaftszweige erreicht. Diese Chancen zu ergreifen, setzt allerdings einen entsprechenden politischen Willen und hohe Führungskompetenz in der Wirtschaft voraus. Der hohe Bedarf an Investitionen in die altersschwache öffentliche Infrastruktur eröffnet der Regierung die Möglichkeit, durch Subventionen, Investitionen und das öffentliche Beschaffungswesen neue Märkte zu schaffen, die sich günstig auf Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung auswirken.

Die Energiewende Deutschlands ist ein engagierter Plan für die Umstellung auf erneuerbare Energien. Es handelt sich dabei um eine strategische Neuausrichtung, die nach der Nuklearkatastrophe von Fukushima im Jahr 2011 offizielle Politik wurde und auch vorsah, die deutschen Kernkraftwerke vom Netz zu nehmen. Sie legt die Betonung u. a. auf energietechnologische Innovationen, den Bedarf an Maßnahmen für smarte Energienetze sowie die Exportchancen für Hersteller von Klimaschutztechnologie. Außerdem sieht sie ehrgeizige Zielvorgaben für verschiedene Teilbereiche vor, z. B. für die Senkung der CO₂-Emissionen. Innovationsindikatoren zeigten zuletzt, dass sich die FuE-Ausgaben nach oben orientiert haben und ein steigender Anteil der umwelttechnologischen Patentanmeldungen Innovationen im Energie- und Mobilitätsbereich betrifft (Walz et al., 2019^[44]; Gehrke et al., 2019^[45]). Die Unterstützung der Energiewende für Ansätze, die auf disruptiven Innovationen basieren und deren Zielvorgaben nur mit neuen Verbrauchsmustern erfüllt werden könnten, fällt allerdings zurückhaltender aus. Dabei wird eine Herausforderung sichtbar, die nicht auf Deutschland begrenzt ist. Die rein technische Realisierbarkeit bestimmter Lösungen (z. B. Carbon Capture and Storage oder Wasserstoffanwendungen in der Industrie) steigt zwar, aber bis diese Methoden breite Anwendung finden und am Markt bestehen können, werden noch mehrere Jahre vergehen. Aus dem russischen Krieg gegen die Ukraine resultiert ein Impuls, den deutschen Energiemix zu diversifizieren, doch ein höherer Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch setzt voraus, dass die Innovationsgeschwindigkeit zunimmt, mehr Investitionen fließen und die Unterstützung durch politische Maßnahmen steigt. Mit Blick auf die Zukunft ist die Frage entscheidend, ob es der deutschen Innovationspolitik gelingt, mit einem stimmigen Maßnahmenkatalog sowohl die Verbreitung bereits verfügbarer Technologien zur Senkung des CO₂-Ausstoßes und als auch die Neuentwicklung bahnbrechender Lösungen zu fördern.

Die Schockwirkungen der Coronapandemie und des russischen Kriegs gegen die Ukraine machten strukturelle Schwächen des deutschen WTI-Systems deutlicher sichtbar

In den zehn Jahren vor der Coronapandemie kam es in Deutschland zu einer wirtschaftlichen Expansion, die sich u. a. auf die hohe Exportnachfrage nach deutschen Industrieerzeugnissen stützte. Mit Ausfuhren im Wert von 1,4 Bio. USD war Deutschland im letzten Jahr vor der Gesundheitskrise (2019) die drittgrößte Exportnation nach den Vereinigten Staaten und China. Das Land bedient nach wie vor vornehmlich Kunden im europäischen Ausland, im letzten Jahrzehnt allerdings haben die Lieferungen deutscher Fahrzeuge und elektrischer Komponenten nach China und in die Vereinigten Staaten deutlich zugelegt, sodass diese Exportziele für deutsche Unternehmen immer wichtiger werden. Einige besonders einschneidende Verdrängungseffekte, die an den Arbeitsmärkten anderer Produktionsländer aufgetreten sind, konnte Deutschland bisher vermeiden. Darüber hinaus erzeugt die deutsche Verarbeitende Industrie deutliche Spillover-Effekte für die Gesamtwirtschaft: Pro Arbeitsplatz in diesem Sektor werden 1,2 neue Arbeitsplätze geschaffen (Legler et al., 2009^[46]).

Die Schockwirkungen der Coronapandemie und des russischen Kriegs gegen die Ukraine machten strukturelle Schwächen der exportorientierten deutschen Wirtschaft deutlicher sichtbar. Den beiden sonst sehr unterschiedlichen Ereignissen ist gemein, dass sie Schwachstellen der globalen Lieferketten aufdeckten: 1. Die Wirtschaft ist sowohl für Inputs (Vorleistungen und Rohstoffe inkl. Energie)

als auch für Outputs vom Handel abhängig. 2. Das WTI-System ist nicht robust genug und muss flexibler auf künftige Schocks reagieren können, wenn z. B. die Lieferketten gestört sind, auf die es angewiesen ist und zu denen es beiträgt. 3. Der Politikgestaltung fehlt es an der nötigen Agilität, um in Krisenzeiten Schäden von der Innovationstätigkeit und der Wirtschaft abwenden zu können.

Wird die Versorgung mit bedeutenden Vorleistungen gestört, hat dies konkrete Auswirkungen auf das deutsche WTI-System und den von ihm unterstützten Privatsektor. Als Grenzschießungen den Güterstrom beeinträchtigten, hatten verschiedene Industriezweige in Deutschland mit einer Reihe von Engpässen zu kämpfen. Dies lenkte die Aufmerksamkeit der Politik wieder stärker auf Fragen der technologischen Souveränität und der Produktionssouveränität. Die Fortsetzung der chinesischen Null-Covid-Strategie bis ins Jahr 2022 verstetigte die Engpässe. Dies beeinträchtigte die deutsche Wirtschaftsleistung und war letztlich dafür verantwortlich, dass das Wirtschaftswachstum des Landes drastisch zurückging. Die Nachfrage hielt sich im Allgemeinen während der gesamten Pandemie auf hohem Niveau, aber weil es wegen der Anfälligkeit der globalen Lieferketten an Rohstoffen, Energie oder auch Hightech-Vorprodukten fehlte, konnte die Wirtschaft den Bedarf nicht decken.

Die Krise verdeutlichte auch, wie wichtig es ist, die sozioökonomische Resilienz durch innovative und technologische Reserven zu erhöhen. Besonders deutlich machte dies der Erfolg des deutschen Biotechnologie-Unternehmens BioNTech, das gemeinsam mit dem US-amerikanischen Pharmakonzern Pfizer den ersten von einer stringenten Regulierungsbehörde (*stringent regulatory authority*) freigegebenen Impfstoff gegen Covid-19 entwickelte. Die deutsche Pharmaindustrie investiert viel in FuE, wobei es ihr (wie anderen Wirtschaftszweigen auch) verständlicherweise um den kommerziellen Erfolg geht. Aber der Fall BioNTech veranschaulicht, wie wichtig es ist, technologische Kapazitäten und Innovationskraft in verschiedenen Bereichen aufzubauen und aufrechtzuerhalten, damit sie in Krisenzeiten oder bei besonders vielschichtigen Herausforderungen aktiviert werden können. Der Beitrag des WTI-Systems im Kampf gegen Covid-19 lässt erahnen, dass dieses System möglicherweise auch in anderen komplexen Bereichen etwas bewirken kann, wenn es erneut zu Überschneidungen von Wissenschaft und Innovationstätigkeit mit sozioökonomischen Herausforderungen kommt und die Resilienz des Landes durch die Förderung innovativer Kompetenzen auf verschiedenen Gebieten erhöht werden kann.

Während der Coronapandemie half agile Politikgestaltung der deutschen Wirtschaft und Gesellschaft, die Krise relativ gut zu überstehen. Schnelle und durchdachte Interventionen der deutschen Politik retteten Menschenleben und milderten die Auswirkungen für Unternehmen ab. 2020 haben umfassende und von einer expansiven Fiskalpolitik flankierte Maßnahmen Arbeitsplätze erhalten und Unternehmen vor der Insolvenz bewahrt. Ein diskretionäres Konjunkturpaket in einem Umfang von 4,5 % des BIP sicherte die Liquidität von Firmen durch Darlehen, Bürgschaften, Zuschüsse und Eigenkapitalhilfen: Der unnötige Marktaustritt an sich rentabler Unternehmen und langfristige wirtschaftliche Schäden wurden dadurch verhindert. Trotzdem zeigen die oben dargelegten Herausforderungen, dass die deutsche Wirtschaft und ihr Innovationssystem eine Reihe von strukturellen Schwächen aufweist.

1.5. Empfehlungen

Kontext der Politikempfehlungen

Die hier vorgelegten Politikempfehlungen konzentrieren sich auf die Stärkung des WTI-Systems und seiner Zukunftsfähigkeit. Komplexe transformative Prozesse wie die Digitalisierung und der Wandel infolge des gesellschaftlichen Rufs nach ökologischer Nachhaltigkeit werden die Erzeugnisse und Märkte des für Deutschland so wichtigen Verarbeitenden Gewerbes erheblich verändern. Angesichts des umfassenden und gut funktionierenden deutschen Innovationspolitiksystems konzentrieren sich die Empfehlungen auf die Rahmenbedingungen der Innovationstätigkeit, die Governance der WTI-Politik, nachfrageseitige

innovationsfördernde Maßnahmen und die Agilität der Politikmaßnahmen. Die Vielfalt der Politikinstrumente auf Bundes- und Länderebene zur Stärkung der Innovationstätigkeit bleibt für den künftigen Erfolg entscheidend und muss aufrechterhalten werden.

Die Politikempfehlungen spiegeln Deutschlands Ambitionen als ein global führendes Land wider und setzen deshalb auf einem hohen Niveau für Deutschlands Innovationsökosystem und -politik an. Im Kontext der ökologischen und digitalen Transformation muss Deutschlands Innovationsökosystem diesen Führungsanspruch stärker durch disruptive und wirkungsvolle Innovationen stärken. Zu den wichtigsten Herausforderungen gehört die Frage, wie das WTI-System bahnbrechende Innovationstätigkeiten fördern kann, auch indem es KMU mit den für technologische Spitzenforschung erforderlichen Kompetenzen und technischen Kapazitäten ausstattet und gewährleistet, dass diese Forschung skaliert und kommerziell verwertet werden kann. Der Bericht betont auch die Bedeutung der Förderung von Schlüsseltechnologien.

Der Bericht konzentriert sich auf angewandte FuE, Fragen in Bezug auf die Grundlagenforschung übersteigen seinen Rahmen. Allerdings haben auch diese Forschungsbereiche wesentliche Bedeutung für die Funktionsweise und künftige Wettbewerbsfähigkeit des deutschen WTI-Systems. Das hohe Niveau der Staats- und Unternehmensausgaben in diesen Bereichen ist zu begrüßen. Es ist eindeutig eine Stärke des deutschen Innovationssystems, und der Bericht empfiehlt, dieses starke Engagement beizubehalten.

Empfehlung 1: Eine gemeinsame Vision „Deutschland 2030 und 2050“ entwickeln

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Die meisten transformativen Herausforderungen, die sich aus der Nachhaltigkeitswende und dem digitalen Wandel ergeben, stellen Deutschlands bestehendes Governance-System für Innovation infrage. Das hat zu wichtigen experimentellen Ansätzen geführt, insbesondere im Rahmen der Strategie für Forschung und Innovation (F&I-Strategie) (vgl. Kapitel 5), um neue Governance-Modelle für Wissenschaft, Technologie und Innovation zu entwickeln. Diese Empfehlung sieht die Einrichtung eines systemweiten „Forums“ vor, das das deutsche WTI-System auf bestimmte Ziele ausrichten soll, die in einer strategischen Vision beschrieben sind. Der Vorschlag zielt auf eine zeitgebundene und kollaborativ entwickelte Vision für Deutschland. Für die Verwirklichung der Vision wird diese Empfehlung durch Empfehlung 2 zur Einrichtung eines öffentlich-privaten Labors für die Erprobung von Innovationspolitik ergänzt.

E1.1 Die Bundesregierung sollte ein ressort-, länder-, institutionen- und sektoren-übergreifendes Forum einrichten, um den Prozess der Entwicklung einer gemeinsamen Vision zu steuern, die auf identifizierten prioritären Handlungsbereichen aufbaut. Ziel dieses Forums ist es, eine breite Teilhabe bei der Politikgestaltung und der Ermittlung von Prioritäten zu gewährleisten, um sowohl die Horizontalität und multidisziplinären Ansätze zu fördern, die den Herausforderungen von Transformationen gerecht werden, als auch die soziale und politische Legitimität der vorgeschlagenen Maßnahmen sicherzustellen. Das Forum sollte zudem ein Umfeld bieten, in dem alle Politikbereiche (z. B. Digital-, Sozial-, Bildungs-, Umwelt- und Gesundheitspolitik) in ihren Wechselbeziehungen mit WTI diskutiert werden können. Obwohl diese Themenkomplexe außerhalb des traditionellen WTI-Politikportfolios liegen, haben sie unweigerlich Einfluss auf die Wirksamkeit von Politikinterventionen.

E1.2 Das Forum sollte Innovationspfade entwickeln, um die angestrebte Vision „Deutschland 2030 und 2050“ zu verwirklichen, sowie Konzepte für den Umgang mit künftigen Risiken und Teilhabefragen bei der Ausrichtung der Innovationspolitik erarbeiten. Die digitale Transformation und das Bestreben um ökologisch nachhaltige Entwicklungspfade bringen für alle Länder bedeutende sozioökonomische Veränderungen mit sich. Hinzu kommen die erhöhten Risiken, darunter Gesundheitsgefahren (wie die Covid-19-Pandemie), geopolitische Konflikte und Klimawandel, die durch die Verflechtung der Weltwirtschaft entstehen. Eine gemeinsame Vision ist das Fundament für beständigeres und strategischeres Handeln, anstatt die

Herausforderungen ad hoc und reaktiv zu adressieren. Die Teilhabedebatte sollte auch potenzielle Zielkonflikte zwischen Innovationsexzellenz und Teilhabe thematisieren und sich damit auseinandersetzen, wie diese Herausforderungen am besten angegangen werden können.

E1.3 Die Vision und das Forum müssen auf höchster Regierungsebene, von führenden Wirtschaftsakteuren und von der Gesellschaft als zentral anerkannt werden, um eine Agenda des Wandels im WTI-System wirksam voranzubringen. Das Forum sollte hochrangige politische Unterstützung erhalten, damit es auf die Mitwirkung von Ministerien und Institutionen auf Bundes- und Länderebene und von WTI-Akteuren im weiteren Sinne zählen kann.

E1.4 Für eine effektive Verwirklichung muss ein öffentlich-privat budgetierter Strategieplan zur Umsetzung der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ erstellt werden. Der Plan sollte sich auf wesentliche thematische Handlungsbereiche und das Monitoring der in verschiedenen Phasen erzielten Fortschritte konzentrieren. Hauptthemen sind Digitalisierung und das Erreichen der ökologischen Nachhaltigkeitswende und die Rolle von Innovationen und generell WTI in diesem Zusammenhang. Weitere mit diesen verknüpfte Themen sind die Stärkung der Krisenresilienz (z. B. in der Lieferkette), Schlüsseltechnologien, die industrielle Transformation und Diversität im Innovationssystem (Geschlecht, Alter, ethnische Herkunft und sozioökonomischer Hintergrund). In Abhängigkeit davon, welche Prioritäten für „Deutschland 2030 und 2050“ gesetzt werden, könnten spezifischere Themen hinzukommen.

E1.5 Wichtig ist, dass die entlang zentraler Missionen definierte Verwirklichung nicht von oben nach unten (top-down), sondern von unten nach oben (bottom-up) und marktorientiert erfolgen sollte. Bottom-up-Ansätze können schnellere Implementierungspfade zur Verwirklichung der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ fördern. Insbesondere aktorsgetriebene Ansätze können die Transformation beschleunigen, indem sie Innovationspioniere in bestimmten Regionen, Sektoren, Städten und Politikbereichen „belohnen“. Marktorientierung ist auch ein Schlüsselaspekt des Plans zur Verwirklichung der Vision, in dem Transformationspfade und Partnerschaften mit Partnern aus der Industrie aufgezeigt und vereinbart werden sollten. Auf diese Weise verpflichten sich sowohl der Staat als auch die Industrie zu Investitionen und anderen Beiträgen oder Initiativen (wie die Initiative „Fossilfreies Schweden“, bei der Roadmaps für die Industrie zwischen Industrie und Staat ausgehandelt wurden), die die Transformation fördern. Der Transformationsdialog Automobilindustrie ist ein erster Versuch in diese Richtung.

E1.6 Wichtige Ziele des Forums und der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ wären das Erschließen systemischer Kapazitäten für WTI und eine bessere Koordinierung bei missionsorientierten Ansätzen. Deutschland hat eine Reihe missionsorientierter Ansätze für WTI entwickelt, sie sind jedoch nicht immer transformativ genug und leiden unter mangelnder Kohärenz und Koordination zwischen den Missionen.

Empfehlung 2: Ein öffentlich-privates Labor für experimentierfreudige and agile Innovationspolitik einrichten

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Der rasante technologische Wandel und die Beschaffenheit der transformativen Herausforderungen, die auf die deutsche Wirtschaft und Gesellschaft zukommen, erfordern eine agilere Politikgestaltung und mehr Raum für Experimente. In der WTI-Politik bedarf es vorausschauender Strategien, gemeinsam mit Akteur*innen der Zivilgesellschaft konzipierter Maßnahmen sowie digitaler Instrumente, die Innovationskonzepten eine solide Datengrundlage geben. Beispiele hierfür sind semantische Auswertungen und Big-Data-Analysen, um Daten, die für das WTI-System relevant sind, zu erfassen und zu analysieren. Eine agilere WTI-Politik könnte die Wirksamkeit missionsorientierter Maßnahmen steigern, dazu beitragen, die

effizientesten Politikansätze zu skalieren, und raschere Kurskorrekturen ermöglichen. Dies sind entscheidende Voraussetzungen einer deutschen Führungsrolle durch Sprunginnovationen und neuen damit verbundenen Geschäftsmodellen. Die Vision „Deutschland 2030 und 2050“ des vorgeschlagenen Forums (siehe Empfehlung 1 [E1]) sieht vor, mit dem globalen Wandel Schritt zu halten, um Transformationsprozesse kontrollieren zu können. Dafür würde das hier empfohlene öffentlich-private Labor bestimmte Kernbereiche der Innovationspolitik agil gestalten.

E2.1 Als institutioneller Arm des Forums (vgl. E1) sollte das Labor agile Politikgestaltung unterstützen, Reflexivität, Experimente und Lernprozesse fördern und beschleunigen sowie die großen Veränderungen voranbringen, die nötig sind, um die Vision „Deutschland 2030 und 2050“ des Forums umzusetzen. Dementsprechend wäre es Aufgabe des Labors, Leistungsträger, die Experimente durchführen, und vielversprechende Innovationen im gesamten WTI-Ökosystem zu fördern. Davon könnten auch öffentliche Einrichtungen profitieren, die mit Regulierungsexperimenten (vgl. Empfehlung 3 [E3]) oder mit der Beschaffung von Innovationen (vgl. Empfehlung 6 [E6]) befasst sind, ebenso wie städtische Initiativen und andere Bottom-up-Ansätze zur Unterstützung von Transformationen. Gefördert würden auch federführend auf Länderebene initiierte Experimente für Kernaufgaben wie die Digitalisierung des öffentlichen Sektors sowie neue Konzepte für die Beschaffung von Innovationen auf allen Verwaltungsebenen, einschließlich der Kommunen. Das Labor hätte auch den Auftrag, die Abstimmung zwischen Fachministerien, öffentlichen Einrichtungen, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zu verbessern. Es würde regionaler Kompetenzen nutzen, um die Entwicklung und Skalierung besonders vielversprechender Regulierungs- und Politikansätze zur Bewältigung von Innovationsherausforderungen zu beschleunigen. Eine wichtige Aufgabe des Labors wäre zudem die Suche nach Möglichkeiten, die Reflexivität zu erhöhen, Lehren aus politischen Experimenten zu ziehen und (bei Bedarf) grundlegende Politikveränderungen zu erleichtern.

E2.2 Das Labor würde Umsetzung und Monitoring fördern und die Vision „Deutschland 2030 und 2050“ voranbringen (vgl. E1). Konkret könnte es eine strategische Vorausschau als Grundlage der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ durchführen und zugleich Entwicklungen und Abstimmungsprobleme im Auge behalten, die Transformationsprozesse behindern könnten. Dafür würde das Labor die gesamte Innovationskette von der Ideenfindung bis zur Markteinführung berücksichtigen und den Austausch zwischen den verschiedenen Akteur*innen fördern. Das Innovationslabor würde auch Vermittler des Wandels unterstützen, die den Märkten und diversen Beteiligten des WTI-Systems helfen, die Vision zu verwirklichen. Dies würde namentlich in Form von Auszeichnungen, Wettbewerben usw. geschehen. Beispielsweise würde es die Planung und Einrichtung von Reallaboren und andere Ansätze für flexiblere Rechtsrahmen unterstützen (nähere Einzelheiten siehe E3). Auf ähnliche Weise könnte es auch nachfrageseitige Mechanismen zur Ankurbelung der Innovationstätigkeit fördern (z. B. die öffentliche Beschaffung von Innovationen, wie in E6 dargelegt), und innovationsfreundliche Rahmenbedingungen begünstigen. Besonders wichtig wäre die Förderung von Sprunginnovationen durch die Unterstützung der Aktivitäten der Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND) und, im weiteren Sinne, risiko-freudigere unternehmerischere Initiativen.

E2.3 Autonomie und finanzielle Ausstattung des Labors würden es ihm ermöglichen, Fachkräften mit unterschiedlichen Profilen mit Hilfe von alternativen Arbeitsverträgen anzubieten und flexibel mit Innovationsakteuren zusammenzuarbeiten. Entsendungen oder befristete Einstellungen würden den Austausch mit der Wirtschaft intensivieren, damit die Politikgestaltung auf wissenschaftlichem und technologischem Neuland oder in besonders komplexen Bereichen technische und unternehmerische Erfahrungen sowie praktisches Wissen berücksichtigt. Um zu verhindern, dass das bereits sehr dichte Netz an WTI-Politikakteur*innen noch komplexer wird, wäre das Labor keine permanente Einrichtung. Seine Rolle ist es allein die

neue Agenda des Wandels für künftige Transformationen in der WTI-Politik und insbesondere neue Prozesse auf den Weg zu bringen.

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

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

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

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

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

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

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

E3.4 Eine benutzerfreundliche einheitliche digitale Anlaufstelle für die Inanspruchnahme von WTI-Maßnahmen fördern. Deutschland bietet dem Privatsektor derzeit eine Fülle von Instrumenten zur Innovationsförderung, deren Wirksamkeit insgesamt erhöht werden könnte. Zu diesem Zweck sollte die öffentliche Verwaltung erwägen, die Kommunikation für diese Instrumente zu verbessern, die aktuell eine zentral koordinierte Plattform als Verzeichnis verfügbarer Instrumente (Förderfinder des Bundes) sowie individuelle Beratungsleistungen umfasst, die es den Firmen ermöglichen, bedarfsgerechte Angebote auszuwählen (Förderberatung Forschung und Innovation des Bundes). Eine Ergänzung dieser Leistungen durch eine vollentwickelte einheitliche digitale Anlaufstelle für die Inanspruchnahme von WTI-Maßnahmen durch KMU, Start-ups und Einzelunternehmer würde den Zugang und die Nutzung von Förderprogrammen verbessern. Diese einheitliche digitale Anlaufstelle sollte es Unternehmen (im In- und Ausland) auch ermöglichen, ihre Förderfähigkeit für verschiedene innovationsfördernde Instrumente auf einfache Weise zu prüfen. Sie würde zudem die bereits bestehenden Beratungsaktivitäten durch Zentralisierung und Digitalisierung der intern abzuwickelnden Antragsverfahren für die genannten Instrumente einbinden. Die Plattform könnte überdies als Vehikel für eine ziel- und herausforderungsorientierte Innovation fungieren und so auf Unternehmensseite die Kenntnisnahme von und Beteiligung an Innovationsprogrammen zur Förderung sozio-ökonomischer Ziele erhöhen.

Empfehlung 4: Dateninfrastruktur und -zugang verbessern, vor allem in der Industrie

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Empfehlung 4 betont, dass Daten ein Schlüsselfaktor sind. Sie sind entscheidend für eine größere Agilität in der politischen Entscheidungsfindung und eine innovativere Anwendung des Vergaberechts sowie für die Datenverarbeitung auf Unternehmensebene zur Verbesserung von Forschung und Effizienz. Eine verbesserte Kohärenz und Interoperabilität der Dateninfrastruktur zugunsten eines digitalen Innovationschubs sollte prioritäres politisches Ziel des staatlichen Handelns im WTI-Bereich sein. Auch die wirkungsvolle Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen zu Innovationszwecken hängt von einer zugänglichen und gut konzipierten Dateninfrastruktur ab.

Mit Blick auf die Innovationskraft Deutschlands und den internationalen komparativen Vorteil des Landes sollte der strategische Einsatz von Unternehmensdaten für Innovationszwecke Priorität sowohl im öffentlichen als auch im Privatsektor genießen, insbesondere in innovationsintensiven Branchen wie der Automobilindustrie, im Maschinenbau sowie in der Chemie- und Pharmaindustrie. Dies erfordert Top-down-Ansätze und rahmenorientierte Ansätze, die durch politische Maßnahmen ergänzt werden, um die Anwendung von datenerzeugenden und datennutzenden Technologien auf Unternehmensebene zu

verbessern. Offene Innovationsplattformen und Gemeinschaftsprojekte zur Verwertung solcher Daten sind zudem notwendig, dieses Potenzial zu erschließen.

E4.1 Die Regierung sollte ein Programm fördern, das darauf abzielt, die Dateninfrastruktur des Landes zu verbessern und die Aufnahmekapazität des öffentlichen und privaten Sektors im Bereich der Infrastruktur- und des Humankapitals zu erhöhen. Dieses Programm sollte einen klar umrissenen Auftrag enthalten und seinen Schwerpunkt eindeutig darauflegen, im Unternehmenssektor und in der Forschung erzeugte Daten zur WTI-Förderung zu nutzen. Das Programm wäre dafür zuständig, Engpässe in der weichen und harten Infrastruktur, die eine Verbesserung der Dateninfrastruktur und des Datenzugriffs behindern, abzubauen.

E4.2 Die Regierung sollte die vom Unternehmenssektor generierten Daten als strategische Dividende ansehen, mit der die Innovationstätigkeit und die Wettbewerbsfähigkeit des Landes gestärkt werden können. Da die zentrale Rolle von Daten für Innovation im Rahmen der Datenstrategie der Bundesregierung anerkannt wurde (BKAmT, 2021^[47]), könnte Deutschland seine Position als größte Volkswirtschaft Europas nutzen, um sicherzustellen, dass hochwertige, interoperable und zugängliche Unternehmensdaten sich zu einer zusätzlichen Stärke des Innovationssystems und der Wirtschaft des Landes entwickeln. Im Hinblick auf die Infrastruktur sind die Programme GAIA-X und IPCEI-CIS (wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse), die beide auf eine Förderung von europäischen Cloud-Infrastrukturen und -Dienstleistungen abzielen, erste Schritte in diese Richtung. Das gilt in noch stärkerem Maß für die laufenden Bemühungen zur Digitalisierung der Wertschöpfungskette des Automobilsektors mithilfe von Initiativen wie beispielsweise der Plattform CATENA-X. Diese Initiativen sind zwar bedeutsam, müssen jedoch skaliert werden. Außerdem ist es erforderlich, ihren Anwendungsbereich auszuweiten und die Umsetzung zu beschleunigen. Eine industrieweite Strategie erfordert eine kohärente und systematische Herangehensweise zur effektiven Nutzung von Unternehmensdaten für Innovationszwecke. Sie sollte mit den Akteuren sowohl auf nationaler Ebene als auch länderübergreifend verfolgt werden.

E4.3 Um die datengesteuerte Innovation zu fördern, sollte die Bundesregierung Hemmnisse, die der Nutzung der von KMU erzeugten Daten entgegenstehen, abbauen und den Zugang von KMU zu sektorübergreifend erzeugten Daten ausbauen. Insbesondere sollte die Bundesregierung die Straffung der regulatorischen Unterschiede zwischen den Bundesländern unterstützen und Hilfestellung bei der Umsetzung der Datenschutz-Grundverordnung leisten. Sie sollte die Rechtssicherheit erhöhen und gegebenenfalls eine flexiblere Nutzung von Daten für innovative Verfahren fördern, indem sie die Unternehmen ermutigt, die erforderlichen immateriellen Investitionen vorzunehmen, die es ihnen ermöglichen, Daten für Innovationszwecke zu erzeugen, zu speichern und zu verarbeiten. Zugleich sollte die Bundesregierung die Dringlichkeit erkennen, Unternehmen mit geeigneter Konnektivitätsinfrastruktur auszustatten – das gilt für Breitband-Glasfaserkabel wie auch für 5G-Verbindungen, die für die enormen Datenvolumina der Industrie-4.0-Verfahren erforderlich sind –, um datengesteuerte Innovation und Produktion im Kontext des digitalen Wandels zu fördern.

E.4.4 Offene Innovationsplattformen und -ansätze fördern. Die Erzeugung von Daten ist eine notwendige, jedoch nicht hinreichende Voraussetzung für Innovation. Um im digitalen Zeitalter erfolgreich zu sein, müssen Firmen Zugriff auf Daten haben und mit der erforderlichen Kenntnis und Technologiekompetenz ausgestattet sein, um diese Daten zu verarbeiten und zu nutzen. Außerdem verfügen einige Firmen nicht über genügend eigene Kapazitäten, um die selbst erzeugten oder erzeugbaren Daten für die Wertschöpfung oder neue Erkenntnisse zu nutzen, während andere Unternehmen dazu in der Lage sind. Dies unterstreicht, wie wichtig es ist, einen offenen Innovationsansatz – den die Bundesregierung seit Einführung ihrer Datenstrategie 2021 verfolgt – zu unterstützen und Plattformen zu gründen, die weitere Innovationsakteur*innen in die Schaffung von Innovationen auf Grundlage von Unternehmens- und Industriedaten einbinden. Ein

wichtiger Zusatznutzen derartiger offener Innovationsplattformen besteht darin, dass sie eine weitere firmenübergreifende Zusammenarbeit ermöglichen also auch die Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten und Universitäten.

Empfehlung 5: Den disziplinen- und sektorübergreifenden Wissenstransfer und die Zusammenarbeit in diesem Bereich verbessern

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Ein weitreichender und inklusiver Wissensaustausch und die Zusammenarbeit zwischen Institutionen, Disziplinen und Sektoren sowie multidisziplinäre, offene Innovationsansätze sollten zu Eckpfeilern der deutschen WTI-Politik werden. Ein Erfolg in diesem Bereich hätte weitere positive Ausstrahlungseffekte auf die Inklusivität im WTI-Bereich, indem beispielsweise weitere Kreise der Bevölkerung mit Fertigkeiten außerhalb von Naturwissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (der sogenannte MINT-Bereich) für Innovationen begeistert werden. Deutschlands traditionelle innovative Stärken bündeln sich im Allgemeinen innerhalb bestimmter Branchen, sodass jeweils innerhalb eines speziellen Clusters oder Industriezweigs Wissen entsteht und Technologie transferiert und angewandt wird. In einer digitalisierten Welt hingegen vollzieht sich der Wissens- und Technologietransfer zunehmend an der Schnittstelle zwischen digitalen Technologien und den „analogen“ Sektoren. Zudem sind angesichts der Herausforderung durch die nachhaltige Entwicklung Sprunginnovationen vonnöten – und werden dies auch weiterhin bleiben. Erfolge bei diesen Innovationen benötigen einen wirkungsvollen Wissenstransfer und die Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft in Form von offener Innovation und industriell-wissenschaftlicher Kollaborationen über sämtliche Sektoren der Wirtschaft hinweg beruhen. Die Förderung von Wissenstransfer und Zusammenarbeit sollte über die traditionell innovativen Sektoren hinaus gehen. Der Erfolg der von der Bundesregierung unlängst abgeschlossenen Pilotphase des „Innovationsprogramms für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen (IGP)“ hat u. a. das Potenzial von staatlich geförderten Programmen zur Förderung nicht-technischer und multidisziplinärer Innovationen in Bereichen wie Design digitaler Plattformen bis hin zu Social Investment nachgewiesen.

E5.1 Die Zusammenarbeit von Universitäten mit der Industrie fördern und Forschungsinstitute dabei unterstützen, eine führende Rolle in der Übergangsphase auf dem Weg zur Verwirklichung der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ zu übernehmen. Ein Teil der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ sollte darin bestehen, das Verhältnis zwischen Forschungsinstituten und der Industrie neu zu strukturieren, um sicherzustellen, dass es den Wissenstransfer und die Kollaboration zu Innovationszwecken in Bereichen von zukünftiger Bedeutung unterstützt und zugleich einen „Ökosystem-orientierten“ Innovationsansatz begünstigt. Zu diesem Zweck sollten die Beiträge von Innovationsakteur*innen zum Wissenstransfer und zur Zusammenarbeit eine formelle Säule der institutionellen Zuständigkeiten von Forschungsorganisationen in Deutschland bilden, wobei eine Informations- und Ausbildungskampagne diesen Wandel begleiten sollte. Eine solche Strategie würde dadurch begünstigt, dass die betreffenden Ziele in eine leistungsorientierte Finanzierung eingebettet und ein System von Evaluierungsindikatoren entwickelt werden, einschließlich qualitativer Evaluierung, um die Sichtbarkeit der einschlägigen Programme zu verbessern. Die Vision „Deutschland 2030 und 2050“ könnte überdies einen formellen Mechanismus zwischen dem in Empfehlung 1 vorgeschlagenen Labor und dem Hochschulsystem etablieren, um die Forschungsinstitute in die deutschen Transformationsprozesse einzubinden, u. a. durch Beiträge zu den Umweltentwicklungszielen.

E5.2 Den Aufbau von universitären Proof-of-Concept-Fonds anregen und ermöglichen, um Ausgründungen und Start-ups aus dem Hochschulbereich zu unterstützen. Im Wege ihrer Direktfinanzierung von FuE an Hochschulen sollte die Bundesregierung die Einrichtung von Proof-of-Concept-Fonds innerhalb der Universitäten anregen, die durch Beiträge aus der Industrie ergänzt werden könnten. Diese Fonds dürften den Technologietransfer beschleunigen und neue

Ideen zur Marktreife bringen. Zu diesem Zweck sollte die Regierung rechtliche Möglichkeiten erwägen, die es Universitäten gestatten und leichter machen würden, unmittelbar mit externen Finanzakteuren in Kontakt zu treten, so beispielsweise mit Risikokapitalfirmen und dem Bankwesen im Allgemeinen, wie es derzeit von Hochschulen in Ländern wie Belgien, Dänemark und dem Vereinigten Königreich unternommen wird. Zudem sollte die Regierung einen langfristigen Ansatz für die Überwachung und Bewertung des Aufbaus von Proof-of-Concept-Programmen an Hochschulen verfolgen – ein Luxus, der dem Privatsektor (insbesondere den KMU) nicht zu Gebote steht.

E5.3 Anreize für Wissenschaftler*innen zur Aufnahme von Innovationsaktivitäten verstärken. Politische Entscheidungsträger und Universitäten müssen bessere Anreize für Wissenschaftler*innen zu Aufnahme innovativer Tätigkeiten setzen und die hier einschlägigen Hemmschwellen abbauen. Die Etablierung einer transparenten Leistungsevaluierung auf institutioneller und Forscher-Ebene unter Berücksichtigung von Wissenstransfer und Kollaborationen wird in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle spielen. Hierzu zählt die Sensibilisierung auf Unternehmensebene und ein höherer Bekanntheitsgrad unter Studierenden sowie Dozent*innen, um insbesondere zu gewährleisten, dass die Mitglieder des Lehrkörpers zur Unterstützung von Studierenden ermuntert werden, die mit Ideen an sie herantreten, oder auch selbst dazu angeregt werden, eigene Ideen zu entwickeln und zu verfolgen. Wissenschaftler*innen sollten Anreize erhalten, Entsendungen in den industriellen Sektor wahrzunehmen. Zugleich sollten die Regierung und das Hochschulsystem finanzielle Anreize setzen (beispielsweise Kapitalbeteiligungsrechte und Lizenzentnahmen) und Hemmnisse für universitätsinterne Start-ups abbauen.

E5.4 Multidisziplinäre und unternehmerische Ausbildung innerhalb des gesamten Bildungssystems unterstützen, um Unternehmertegeist sowie Ausgründungen und Spin-in-Unternehmen zu fördern. Ausbildungsmaßnahmen sollten zudem inklusiv ausgelegt sein und Gruppen aus allen Teilen der Gesellschaft ansprechen. Die Bundesregierung sollte die Inklusion unterrepräsentierter Gruppen wie Frauen und Migranten im Wissenschaftsbereich bei der Aufnahme von Innovationstätigkeiten fördern, von der Mitwirkung an Ausgründungen aus dem Wissenschaftsbereich bis hin zur Leistung von Beiträgen zu Wissenstransfer und Kollaborationen. Hochschulbasierte „Spin-in“-Unternehmen, die Forschende mit Unternehmer*innen in Kontakt bringen, können ein effizienter Weg sein, um komplementäre Fähigkeiten für Innovationen zu nutzen, statt alle Forschenden in eine Unternehmerrolle drängen zu wollen.

E5.5 Rechenschaftspflicht stärken und einen Rahmen zur Leistungsmessung entwickeln. Die Bundesregierung sollte die Erstellung eines zentralen Satzes von Indikatoren zur Evaluierung für den Wissenstransfer und Mechanismen für eine regelmäßige jährliche Berichterstattung fördern. Dies setzt die Stärkung der Erstellung von Indikatoren zur Evaluierung auf institutioneller Ebene durch Einführung einer Berichtskultur und damit verbundener Prozesse voraus, sowie eine Erhebung ganzheitlicherer Indikatoren einschließlich einer qualitativen Evaluierung (d. h. Pfade und Beispiele) und neue Handlungsansätze zur Folgenabschätzung des Wissenstransfers.

E5.6 Chancen für eine offene Innovation und kreative Kollaboration erhöhen. Deutsche KMU könnten von weiteren Initiativen für offene Innovation und kreative Kollaboration profitieren. Zu diesen Initiativen zählen gemeinsame Innovationslabore (und gemeinsam genutzte oder finanzierte Infrastruktur und Geräte), digitale Innovationszentren, offene Innovationsplattformen, offene FabLabs, sowie Test- und Demonstrationsplattformen, Reallabore und Hackathons. Kreative Kollaborations- und Innovationslabore können die Form von Digitallaboren oder virtuellen Laboren annehmen und Forschungs- und Datenaustausch, gemeinsame Gestaltung und Erstellung von Lösungen sowie deren Pilot- und Testphase ermöglichen. Eine solche Bündelung unterschiedlicher Kompetenzen könnte die Infrastruktur- und Forschungskosten signifikant senken und die Entwicklung beschleunigen.

Empfehlung 6 Finanzmärkte fördern, die ein Aufskalieren von Sprunginnovationen fördern

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Obwohl Unternehmen in Deutschland im Allgemeinen guten Zugang zu Kapital haben, sind junge und kleine Unternehmen weiterhin Herausforderungen bei der Beschaffung von für die Skalierung notwendigem Kapital ausgesetzt. Dieser Umstand spiegelt z. T. die verhältnismäßige Unterentwicklung der Wagnis- und Wachstumskapitalmärkte in Deutschland und der Europäischen Union als Ganzem wider.

E6.1 Die rechtlichen Rahmenbedingungen für Kapital sammelnde Einrichtungen in Deutschland prüfen und überarbeiten, um Investitionen in risikobehaftete Innovation zu fördern. Die Bundesregierung sollte in Erwägung ziehen, institutionelle Anleger zur Zuweisung eines bestimmten Prozentsatzes ihrer Mittel zu Wagniskapital oder außerbörslichem Beteiligungskapital für innovative Unternehmen zu verpflichten. Beispielsweise stellen deutsche Rentenfonds, Versicherungsunternehmen und staatliche Finanzierungseinrichtungen Risikokapital in sehr geringem Umfang zur Verfügung, obwohl sie zu den einzigen Quellen gehören, die Finanzmittel in dem Umfang bereitstellen könnten (einschließlich der Investitionen in privatwirtschaftliche Unternehmen durch Wagniskapitalfonds und von Investitionen in börsennotierte Unternehmen), die für die Skalierung der Innovationsträger mit dem größten Potenzial notwendig sind. Ein anderer Ansatz könnte in der Erleichterung von Mitarbeiterbeteiligungsprogrammen bestehen. Generell sind die deutschen für Kapitalbeteiligungen und Leistungsprämien geltenden Steuerregelwerke im internationalen Vergleich weitestgehend unattraktiv.

E6.2 Steuerliche Anreize ausweiten, insbesondere jene, die es privaten Investoren ermöglichen, Kapitalverluste gegen sonstige Erträge aufzurechnen oder zukünftige Gewinne von der Steuer zu befreien, sofern diese der Anlagekategorie „Wagniskapital“ entstammen. Derartige Anreize sollten sowohl für das Wagniskapitalsegment (vorbörsliche Emissionen) als auch für über den Aktienmarkt vorgenommene Investitionen (Finanzmittel für die Gründungs- und Wachstumsphasen) gelten. Das Vereinigte Königreich und Frankreich beispielsweise verfügen jeweils über sechs unterschiedliche Steueranreizmodelle, um die Versorgung der Wagniskapitalmärkte mit privatem Kapital zu verbessern.

E6.3 Die Bundesregierung sollte die Entwicklung von Finanzinstrumenten auf EU-Ebene fördern, die zur Skalierung innovativer Unternehmen beitragen und deren Abwanderung verhindern. Das zur Skalierung von Unternehmen mit größtem Potenzial notwendige Finanzierungsvolumen steht häufig weder innerhalb Deutschlands noch innerhalb der Europäischen Union zur Verfügung, was zur Folge hat, dass diese nicht selten in Länder wie die Vereinigten Staaten oder das Vereinigte Königreich abwandern, wo Finanzmittel leichter zu beschaffen sind. Die deutsche Regierung sollte darauf hinwirken, auf EU-Ebene die Entwicklung von außerbörslichem Beteiligungskapital für Investitionen in noch nicht öffentlich verfügbare Technologien und digitale Innovationsträger zu etablieren. Die Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND) könnte eine stärkere Rolle bei der Entwicklung des inländischen Wagniskapitalmarkts für stärker risikobehaftete Investitionen einnehmen.

Empfehlung 7: Den Einsatz der öffentlichen Auftragsvergabe als Innovationstreiber stärken

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Der öffentliche Sektor verfügt über ein enormes Potenzial zur Innovationsförderung im Wege der Auftragsvergabe, die er überdies dazu nutzen könnte, um den klimabedingten Wandel und die Digitalisierung besser zu unterstützen. Der markterzeugende Aspekt der öffentlichen Auftragsvergabe

kann auch dazu dienen, den Weg von der Idee bis zur Marktreife zu beschleunigen, indem der für die Vermarktung erforderliche Zeitraum verkürzt wird. Insbesondere Start-ups und Mittelstandsfirmen werden sich eher auf Innovationsanstrengungen einlassen, da die öffentliche Verwaltung ein verlässlicher und angesehener Auftraggeber ist. Eine Reihe von Hürden, von der geringen Attraktivität einer Karriere in der öffentlichen Auftragsvergabe bis hin zu deren fragmentiertem und schlecht koordiniertem Ansatz, hindert Deutschland derzeit daran, das Potenzial der öffentlichen Auftragsvergabe als Instrument des innovativen Wandels zu nutzen.

E7.1 Eine innovationsfreundliche Auftragsvergabe durch entsprechende gesetzliche Regelung und Auflage koordinierter innovationsfreundlicher Beschaffungsprogramme in staatlichen Behörden auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene verbindlich machen.

Eine Handlungsweise wäre, die Behörden zu verpflichten, einen bestimmten Prozentsatz öffentlicher Aufträge innovationsfreundlich zu vergeben, d. h., einen festgelegten Betrag für die Vergabe an vorwettbewerbliche Forschungsvorhaben aufzuwenden. Die Abstimmung der verschiedenen Ebenen der öffentlichen Auftragsvergabe (Bund, Länder, Kommunen) wird einer aus dieser Zweckwidmung resultierenden potenziellen Fragmentierung vorbeugen. Diese Bestrebungen könnten der übergeordneten Vision „Deutschland 2030 und 2050“ förderlich sein, wenn sie mit strategischen Projekten einer im Schwerpunkt innovationsfreundlichen Auftragsvergabe verknüpft werden, wie beispielsweise in den Bereichen ökologische Nachhaltigkeit, Gesundheit und Digitalisierung.

E7.2. In Kapazitätsaufbau und vermehrte Anreize zur Umsetzung einer innovationsfreundlichen öffentlichen Auftragsvergabe investieren.

Die Erfüllung dieser Zusage ließe sich mithilfe eines Programms bewirken, das in erster Linie (i) die Erstellung innovativer Agenden (Fahrpläne/Herausforderungen) sowie Vorarbeiten für die Konzipierung und Einführung innovationsfreundlicher Beschaffungsprogramme, (ii). den Kapazitätsaufbau und die Ausbildung des mit der öffentlichen Auftragsvergabe betrauten Personals, und (iii) die Schaffung von Anreizen der mit der Auftragsvergabe befassten staatlichen Stellen zur Auszeichnung besonders innovationsfreundlicher Auftragsvergabe (u. a. durch Preise) vorsieht. Ein solches Programm könnte von der Unterstützung des vorgeschlagenen experimentellen Labors profitieren (siehe Empfehlung 2 in Kapitel 5).

E7.3 Teile der Startkapital-Fonds für Technologie-Kommerzialisierungsprogramme zugunsten von Programmen für eine vorkommerzielle Auftragsvergabe umwidmen.

Dies kann in Form gestaffelter Förderprogramme im Sinne von Programmen zur vorkommerziellen Auftragsvergabe erfolgen. Das Ziel dieser Vorgehensweise ist es, die mit öffentlichen Geldern ausgestatteten Startkapital-Fonds mit einer Konditionalität oder zusätzlichen Herausforderungen zu versehen.

E7.4 Erleichterungen und Anreize zugunsten von KMU und Start-ups zur Beteiligung an innovationsfreundlicher Auftragsvergabe schaffen.

Hierzu zählt eine Sensibilisierung für die Chancen der Auftragsvergabe und der Abbau von Verwaltungshürden, die einer Beteiligung von KMU und Start-ups entgegenstehen, wie beispielsweise Klauseln, denen zufolge frühere Jahresabschlüsse vorzulegen sind, über die Start-ups in der Regel nicht verfügen. Kleinere und jüngere Firmen sind derzeit unter Umständen von öffentlichen Ausschreibungsverfahren ausgeschlossen, wodurch die Möglichkeiten für Firmen mit hohem Potenzial beschränkt werden, innovative Lösungen zu skalieren und zur Marktreife zu bringen. Zudem könnte die Regierung eine Plattform einrichten, die es den Behörden ermöglicht, an bestimmten Herausforderungen orientierte Ausschreibungen zu veröffentlichen, die kleinere Firmen mit hohem Potenzial anlocken könnte. Eine solche Plattform wäre geeignet, eine verstärkte Gründung innovativer Unternehmen im Wege der öffentlichen Auftragsvergabe zu fördern.

Empfehlung 8: Die Zivilgesellschaft und wichtige Akteur*innen stärker in die WTI-Politik einbeziehen, um Transformationen zu erreichen

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Viele der wirtschaftlichen und technologischen Herausforderungen, vor denen Deutschland steht, haben asymmetrische und häufig weitreichende Folgen mit gesellschaftlichen Auswirkungen. Die Debatten rund um ethische Fragen bei der Anwendung von künstlicher Intelligenz (KI) und Gen-Editierung veranschaulichen diese Auswirkungen. Daher sollte die Zivilgesellschaft stärker in die Gestaltung der WTI-Politik einbezogen werden, damit die staatliche Politik und ihre Vorgaben die Bedenken und Ideen eines breiten Spektrums von Akteuren widerspiegeln. Eine stärkere Einbindung der Zivilgesellschaft würde auch das *Angebot* an politischen Ideen erhöhen und Experimentierräume schaffen, besonders auch auf städtischer oder kommunaler Ebene. Die Teilnahme unterschiedlicher sozialer Gruppen an Innovationsaktivitäten trägt nicht nur dazu bei, die Gesellschaft auf die notwendigen Transformationen vorzubereiten, sondern begünstigt auch eine breitere gesellschaftliche Mitwirkung. Wenn sich die Zivilgesellschaft und Akteure aus Wissenschaft, Technologie und Innovation darüber austauschen, wie WTI-Politikprogramme, die auf sie ausgerichtet sind oder sich auf sie auswirken, am besten gestaltet werden können, kann eine solche Beteiligung die Vielfalt der Teilhabe verbessern und die Qualität der Programme steigern, sofern sie die Schwierigkeiten berücksichtigt, auf die die Zielgruppen der Maßnahmen treffen können.

E8.1 Bürgerräte einrichten, um über Innovationen und Innovationspolitik zu diskutieren.

Diese Räte könnten formal an das in E1 vorgeschlagene Forum angebunden werden, sodass sie strukturierte Anregungen für die Gestaltung und Ausrichtung der WTI-Politik geben können. Die Bürgerräte könnten sich mit denselben Themen befassen wie das Forum. Die Erprobung von Politikmaßnahmen und die Formulierung von Innovationsherausforderungen könnten ebenfalls Teil eines solchen Austauschs sein.

E8.2 Kommunale Reallabore entwickeln. Der Staat sollte die Einrichtung kommunaler Reallabore in Betracht ziehen, in denen Kommunen neue innovationspolitische Ansätze autonom erproben könnten. Dies könnte in Form von Öffentlich-Privaten Partnerschaften, von Partnerschaften mit Forschungseinrichtungen oder Start-ups sowie durch Beschaffung bei innovativen Unternehmen erfolgen, um lokale Lösungen für transformative Herausforderungen (z. B. für Elektromobilität) zu suchen. Kommunale Reallabore könnten realistische Testräume für Bottom-up- und unternehmerisch getriebene Innovationen zur Bewältigung einer Reihe komplexer Herausforderungen bieten und als Starthilfe für die Skalierung erfolgreicher Konzepte auf regionaler oder nationaler Ebene dienen. Ein zusätzlicher Vorteil besteht darin, dass sie direktere und schnellere Kommunikationswege zwischen den WTI-Politikverantwortlichen auf nationaler und lokaler Ebene ermöglichen würden. Die Flexibilität und Agilität der Politik könnten sich dadurch merklich verbessern.

E8.3 Ein Programm schaffen, das es Städten und Gemeinden ermöglicht, einen Sonderstatus mit rechtlichen Freiräumen zur Erprobung von Innovationen zu beantragen.

Bottom-up-Innovationen würden vereinfacht und beschleunigt, wenn lokale Behörden einen Sonderstatus beantragen könnten. Dieser würde es ihnen erlauben, flexibler innovationsfreundliche Rahmenbedingungen für lokale Unternehmen zu schaffen und deren Innovationskapazitäten besser zu nutzen, um ortsspezifische Herausforderungen zu meistern. Städte und Gemeinden könnten so in einer Vielzahl von Bereichen eine regionale Vorreiterrolle übernehmen: bei der Verbesserung der Agilität und Koordination von Politikmaßnahmen, der Digitalisierung des öffentlichen Sektors, der innovativen Beschaffung, dem Einsatz innovativer Lösungen für eine nachhaltige Entwicklung, bei Innovationsmissionen, im Bereich Bürgerwissenschaft (Citizen Science) und Innovation oder auch bei der Förderung sozialer Innovationen.

E8.4 Ko-Kreation für Innovationen auf Stadt- und Regionalebene nutzen. Lokale Ko-Kreation von privatem und öffentlichem Sektor könnte sich für die Förderung einer innovativen öffentlichen Beschaffung als besonders nützlich erweisen und offene Innovationssysteme wie Living Labs, Reallabore oder Hackathons weiter voranbringen. Auch Projekte für nachhaltige Mobilität in Städten sind wichtige Beispiele für einen Bereich, in dem Innovationsaktivitäten von lokaler Ko-Kreation profitieren könnten. Wenn privater und öffentlicher Sektor auf diese Weise zusammenarbeiten, können sich für beide Parteien die Risiken ihrer Investitionen in die Innovationen neuer Technologiebereiche verringern und deren Markterfolg verbessern.

E8.5 Vielfalt im Innovationssystem fördern. Eine größere Bandbreite an beteiligten Akteur*innen fördert nicht nur Vielfalt und Teilhabe, sondern kann auch die Innovationsqualität verbessern. Ein erfolgreiches Innovationssystem, dem es trotz der Bevölkerungsalterung auch in Zukunft nicht an Talenten fehlen soll, muss auch für qualifizierte Migrant*innen, Frauen, Minderheiten und sozioökonomisch benachteiligte Menschen attraktiv sein, sie einbeziehen und ihnen Ausbildungsplätze und Berufe bieten. Daher könnte es sich zu einem Schwächefaktor für die deutsche Wirtschaft entwickeln, dass diese Gruppen in Führungspositionen unterrepräsentiert sind. Wenn die digitale und ökologische Transformation gelingen sollen, bedarf es neuer – sozialer und fachlicher – Kompetenzen. Das bedeutet auch, dass das Übergewicht der MINT-Kompetenzen in den Vorstandsetagen und ihre beherrschende Rolle in der deutschen Innovationslandschaft eine Herausforderung für die Zukunft darstellen und die Teilhabe verringern können. In der Tendenz sind Frauen in anderen Bereichen stärker vertreten, sodass eine stärkere Förderung entsprechender Innovationen nicht nur die Ergebnisse des Landes auf bisher eher vernachlässigten Gebieten verbessern, sondern auch mehr Frauen ins Innovationssystem bringen würde. Eine breiter angelegte Innovationsförderung könnte auch jenseits von Genderfragen für mehr Vielfalt sorgen. Wichtig ist aber, dass es dabei nicht nur um reine Partizipation gehen sollte, sondern insbesondere auch um die Erhöhung der Vielfalt in der Leitung und Steuerung von Innovationsaktivitäten. Die Unterstützung von Aktivitäten an der Nahtstelle von Citizen Science und Innovation sind ebenfalls wichtig, ebenso wie die Einbeziehung der Zivilgesellschaft in kollaborativen Innovationsaktivitäten, die sich mit wichtigen Fragen für die Zivilgesellschaft beschäftigen.

Empfehlung 9: Qualitätsinfrastruktur digitalisieren, modernisieren und als Werkzeug einsetzen

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Der Begriff Qualitätsinfrastruktur bezieht sich auf die Gesamtheit der Standards und Normen, die für das Verarbeitende Gewerbe und den Dienstleistungssektor ausschlaggebend sind. Der Erfolg bestimmter deutscher Produkte auf den Weltmärkten brachte es mit sich, dass Deutschland auch bei der Festlegung internationaler Standards eine Führungsposition innehat. Doch die steigende digitale Intensität von Produktionsprozessen und die zunehmende Vernetzung von Produkten, Dienstleistungen und Sektoren erschweren die Etablierung neuer Standards. Der derzeitige Wandel und seine beschleunigten Veränderungen erfordern neue und stärker auf den strategischen Einsatz von Qualitätsinfrastruktur und Standards ausgerichtete Ansätze.

E9.1 Den Digitalisierungsgrad erhöhen und hochmoderne Fähigkeiten sowohl bei Standardisierungsverfahren als auch bei der Qualitätsinfrastruktur entwickeln. Die für Standards und Qualitätsinfrastruktur zuständigen Einrichtungen haben einen Digitalisierungsrückstand und müssen dringend in Kapazitäten und Infrastruktur investieren. Auch muss die digitale Konnektivität über die Einrichtungen auf Ebene des Bundes und der Bundesländer in den Blick genommen werden. Die Einrichtungen für fortgeschrittene Metrologie in Deutschland müssen gestärkt und modernisiert werden, um mit der Komplexität und den Verflechtungen der

neuen, von ihnen zu messenden Technologien wie des autonomen Fahrens oder der Anwendung von KI in Medizin und Pharmazie umgehen zu können. Die Entwicklung der Infrastruktur für Qualität und Standards hängt außerdem entscheidend von unterstützenden Investitionen in Humankapital ab, einschließlich durch die Bewerbung der Attraktivität dieses Arbeitsumfelds.

E9.2 Die Qualitätsinfrastruktur als strategisches Werkzeug für Innovation und Wettbewerbsfähigkeit einsetzen. Deutschlands führende Stellung in vielen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes und der Industrie sowie die hohe Qualität des deutschen Messwesens brachten es mit sich, dass Deutschland auch bei der Festlegung internationaler Standards eine Führungsposition innehat. Dies ist ein Wettbewerbsvorteil und nutzt der deutschen Innovationstätigkeit, da sich Hersteller auf der ganzen Welt an Normen orientieren, die von deutschen Unternehmen festgelegt wurden. Die Regierung sollte daher einen systemischen Ansatz verfolgen, indem sie die Qualitätsinfrastruktur und die Festlegung von Standards als integrale Bestandteile internationaler Innovationstätigkeit und Wettbewerbsfähigkeit auffasst und ausdrücklich festschreibt, welchen Beitrag dieser Bereich zur Umsetzung der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ leisten kann.

Empfehlung 10: Eine Führungsrolle bei der Gestaltung innovationsbezogener Politik in der EU und weltweit übernehmen

Überblick und detaillierte Empfehlungen:

Zur wirksamen Umsetzung vieler dieser Empfehlungen muss der Umfang der Koordinierung auf EU-Ebene und international genutzt werden. Um hier einen Erfolg zu erreichen, sind über Deutschland hinaus Anstrengungen auf EU- und länderübergreifender Ebene erforderlich, einschließlich der folgenden Anstrengungen: (i) Kompetenzentwicklung in entscheidenden Grundlagentechnologien für widerstandsfähigere Wertschöpfungsketten; (ii) Verwertung effizienter Infrastrukturen digitaler Daten (E4); (iii) Entwicklung eines ausreichend großen Finanzmarktes zur Skalierung vielversprechender Sprunginnovationen (E6); (iv) Festlegung der gewünschten Normen und Verfahren zur Qualitätskontrolle (E9); und (v) Stärkung von Innovation zur Förderung einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung. Zu diesem Zweck muss die Bundesregierung aktiv eine Führungsrolle bei der Gestaltung der Innovationspolitik auf EU- und globaler Ebene einnehmen.

E10.1 Die Wissenschafts-, Technologie- und Innovationspolitik besser auf den Binnenmarkt der EU ausrichten. Wie in E9.1 detailliert dargestellt könnten die Auswirkungen nationaler Prioritäten und politischer Strategien im STI-Bereich mittels Multiplikatoreffekt verstärkt werden, wenn sie besser auf die EU und den Binnenmarkt ausgerichtet wären. Bemerkenswert ist hier das am Beispiel der Dateninfrastruktur: Projekte wie z.B. GAIA-X haben einen deutlich größeren Umfang als jegliches gleichwertige inländische Projekt, da es die industriellen und Wirtschaftsdaten des gesamten EU-Binnenmarkt anvisiert, ein wichtiger Vorteil bei der maschinellen Datenanalyse. Ein ähnlicher Ansatz könnte in anderen Bereichen des WTI-Systems verfolgt werden wie bei der Entwicklung konkreter Grundlagentechnologien, bei der Digitalisierung und Stärkung von industriellen Lieferketten und der Skalierung über den Binnenmarkt noch nicht wirtschaftlich verwerteter oder noch nicht öffentlich verfügbarer Lösungen in Bereichen wie Technologien für das Klimamanagement. Wie in E2 (Labor für Innovationspolitik) und E7 (innovative Auftragsvergabe) vorgeschlagen könnte Deutschland auch eine Führungsrolle bei der Förderung von politischen Strategien einnehmen, die die Nachfragedynamik nach innovativen Lösungen auf EU-Ebene anregt.

E10.2 Potenziell wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse identifizieren, um Grundlagentechnologien zu fördern. Die während der Herausforderung durch die Covid-19-Pandemie auftretenden Lieferengpässe warfen ein Schlaglicht auf die Abhängigkeit Deutschlands von wenigen weltweit tätigen Lieferanten. Deutschland könnte eine direktere Rolle

bei der Gewinnung von Unterstützung für wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse übernehmen, die auf die Entwicklung bestimmter Technologiefelder abzielen. Daraus könnten sich mehrere Vorteile für die deutsche Wirtschaft und die Europäische Union im Allgemeinen ergeben, insbesondere durch (i) die Entwicklung von Schlüsseltechnologien innerhalb der Europäischen Union und in den Volkswirtschaften entscheidender Partner in der EU mit dem Ziel einer verstärkten Resilienz der verschiedenen Lieferketten; und (ii) die Entwicklung von technologischen Schlüsselkompetenzen, die die Quelle zukünftiger Wettbewerbsfähigkeit darstellen.

E10.3 Auf EU-Ebene eine Führungsrolle bei der Förderung von Normen und Verfahren zur Qualitätskontrolle einnehmen. Aufbauend auf den in E9 umrissenen Aspekten und in Anbetracht des Multiplikatoreffektes, der sich aus der Ausrichtung der nationalen politischen WTI-Strategie an der Politikgestaltung der EU und dem Binnenmarkt ergibt, sollte Deutschland eine Führungsrolle bei der Förderung EU-weiter Standardisierung und einer EU-weiten Qualitätsinfrastruktur übernehmen, um die Wettbewerbsfähigkeit im weiteren Sinne und die innovativen Stärken der Europäischen Union und ihrer Mitgliedsstaaten zu stützen. Damit würden die durch die Volkswirtschaften der EU verfolgten Ansätze auf eine Linie gebracht werden, was wiederum die Position des Binnenmarkts im Kontext des internationalen und systemischen Wettbewerbs stärken würde.

E10.4 Internationale Zusammenarbeit maximieren, um Unsicherheiten zu bewältigen und die komplexen Herausforderungen des Wandels anzugehen. Wie in anderen Volkswirtschaften auf der Welt gilt auch für Deutschland, dass keine einzelne Regierung und kein einzelner Akteur über sämtliche Antworten verfügt, mit denen sich die Herausforderungen bewältigen ließen, die sich der deutschen Wirtschaft stellen. Während es kein Patentrezept gibt – dazu sind die ökologische und digitale Transformation zu komplex – können sich die politischen Entscheidungsträger in Deutschland bei der Bewältigung dieser komplexen Herausforderungen in zahlreichen Fällen von den Erfahrungen und Maßnahmen anderer Länder leiten lassen, beispielsweise bei der wirtschaftlichen Verwertung von Dekarbonisierungstechnologien oder der Digitalisierung des öffentlichen Sektors innerhalb eines Föderalstaats. Als Teil der Vision „Deutschland 2030 und 2050“ sollte sich die Regierung aktiv um internationale Zusammenarbeit im vom Forum identifizierten Schwerpunktbereichen sowohl innerhalb der Europäischen Union als auch darüber hinaus bemühen.

E10.5 Bei der Stärkung des globalen und des nationalen Innovationsökosystems eine internationale Schlüsselrolle einnehmen. Dies beinhaltet die Gestaltung der globalen Innovationsagenda und der Hauptziele, die weltweit in wichtigen Innovationsagenden gesetzt werden, wie KI und Biotechnologie. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil in diesem Zusammenhang ist die effektive Anbindung an globale Innovationsbemühungen, die Anwerbung von Spitzenkräften und die Teilnahme an wirksamer Zusammenarbeit mit dem Ziel der Förderung des nationalen Innovationsökosystems.

Literaturverzeichnis

- Autor, D. et al. (2020), „The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms“, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 135/2, S. 645–709, <http://dx.doi.org/10.1093/qje/qjaa004>. [37]
- BKAmt (Hrsg.) (2021), *Datenstrategie der Bundesregierung: Eine Innovationsstrategie für gesellschaftlichen Fortschritt und nachhaltiges Wachstum*, Bundeskanzleramt, Berlin, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975292/1845634/f073096a398e59573c7526faadd43>. [47]
- BMAS (2021), „Fachkräftemonitoring“, 25. November, BMAS, Berlin, <https://www.bmas.de/DE/Arbeit/Fachkraeftesicherung-und-Integration/Fachkraeftemonitoring/fachkraeftemonitoring.html>. [31]
- BMWi (2021), „IPCEI Cloud geht in die nächste Phase – Interessenbekundungsverfahren in Deutschland gestartet und Beginn der Vorbereitungen zum europäischen Matchmaking“, Pressemitteilung, 09. Juli, BMWi, Berlin, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/07/20210709-ipcei-cloud-geht-in-die-naechste-phase.html>. [27]
- BMWi (2021), „Transferinitiative: Mehr Ideen – mehr Erfolge“, BMWi, Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/transferinitiative.html>. [36]
- BMWi (2021), *Von der Idee zum Markterfolg: Programme für einen innovativen Mittelstand*, BMWi, Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/von-der-idee-zum-markterfolg-programme-fuer-einen-innovativen-mittelstand.pdf>. [26]
- BMWi (2020), „Exportinitiativen: Auf in neue Märkte!“, BMWi, Berlin, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/exportinitiativen.html>. [18]
- Dernis, H. et al. (2019), *World Corporate Top R&D investors: Shaping the Future of Technologies and of AI*, gemeinsamer Bericht des JRC und der OECD, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, <http://dx.doi.org/10.2760/16575>. [41]
- Destasis (o. J.), „Kleine und mittlere Unternehmen“, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/_inhalt.html. [28]
- DPMA (o. J.), „Aktuelle Statistiken: Patente“, Deutsches Patent- und Markenamt, Berlin, <https://www.dpma.de/dpma/veroeffentlichungen/statistiken/patente/index.html>. [14]
- EPA (2021), „Patent Index 2020“, Europäisches Patentamt, München, <https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/statistics/2020.html>. [15]
- Europäische Kommission (2020), „The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard“, Europäische Kommission, Brüssel, <https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard/2020-eu-industrial-rd-investment-scoreboard>. [16]
- Fibre Systems (2021), „Record fibre network expansions in Germany, says BREKO“, News, 30. Juni, Fibre Systems, <https://www.fibre-systems.com/news/record-fibre-network-expansions-germany-says-breko>. [39]

- Freitag, L., K. Schmidt und G. Dobush (2019), „Hidden Champions – Why are German companies so good at weirdly specific things?“, *Handelsblatt online*, 11. Februar, <https://amp2.handelsblatt.com/hidden-champions-why-are-german-companies-so-good-at-weirdly-specific-things-/23957290.html>. [48]
- Gehrke, B. et al. (2019), *Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-12-05_uib_06-2019_innovationsmotor-umweltschutz-2019.pdf. [45]
- IWF (2022), „World Economic Outlook Database“, Internationaler Währungsfonds, Washington, D.C., <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/April/weo-report>. [2]
- Kaufmann, P. et al. (2019), *Evaluation des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM): Richtlinie 2015 – Endbericht*, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, <https://www.zim.de/ZIM/Redaktion/DE/Publikationen/Studien-Evaluationen/evaluation-zim-2019-07.pdf>. [5]
- Legler, H. et al. (2009), *Die Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Volkswirtschaft im europäischen Kontext*, Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, ZEW, Mannheim und NIW, Hannover, <https://www.zew.de/PU68289>. [46]
- Nedelkoska, L. und G. Quintini (2018), „Automation, skills use and training“, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 202, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>. [43]
- OECD (o. J.), *Enterprises by business size* (Indikator), <http://dx.doi.org/10.1787/31d5eeaf-en>. [17]
- OECD (o. J.), *Investment (GFCF)* (Indikator), <http://dx.doi.org/10.1787/b6793677-en>. [7]
- OECD (o. J.), *Investment by asset* (Indikator), <http://dx.doi.org/10.1787/8e5d47e6-en>. [10]
- OECD (2022), „Main Science and Technology Indicators“, *OECD Science, Technology and R&D Statistics* (Datenbank), <http://dx.doi.org/10.1787/data-00182-en>. [11]
- OECD (2021), *Bildung auf einen Blick 2021: OECD-Indikatoren*, wbv Media, Bielefeld, <http://dx.doi.org/10.3278/6001821ow>. [4]
- OECD (2021), *Continuing Education and Training in Germany*, Getting Skills Right, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/1f552468-en>. [32]
- OECD (2021), „Germany: Overview of the Education System (EAG 2021)“, *Education GPS*, OECD, Paris, <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=DEU&treshold=10&topic=EO>. [25]
- OECD (2021), *OECD Economic Outlook, Volume 2021 Issue 1*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/edfbca02-en>. [21]
- OECD (2020), „Digital Government Index: 2019 results“, *OECD Public Governance Policy Papers*, No. 03, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/4de9f5bb-en>. [40]
- OECD (2020), *How's Life? 2020: Measuring Well-being*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9870c393-en>. [1]

- OECD (2020), *OECD-Wirtschaftsberichte: Deutschland 2020*, OECD Publishing, Paris, [8]
<http://dx.doi.org/10.1787/93cb9ab8-de>.
- OECD (2020), „STAN Industrial Analysis 2020 ed.“, Datensatz, OECD, Paris, [6]
https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STANI4_2020.
- OECD (2019), *Skills Matter: Additional Results from the Survey of Adult Skills*, OECD Skills Studies, OECD Publishing, Paris, [3]
<http://dx.doi.org/10.1787/1f029d8f-en>.
- OECD (o. J.), „Germany“, *OECD Going Digital Toolkit*, OECD, Paris, [29]
<https://goingdigital.oecd.org/countries/deu>.
- OECD (o. J.), *OECD Patent Statistics*, Datenbank, OECD, Paris, [13]
https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS_REGION#.
- OECD (o. J.), *OECD R&D Statistics*, Datenbank, OECD, Paris, [12]
https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GERD_SOF.
- OECD (o. J.), „Percentage of scientific publications involving international collaboration“, *STI Scoreboard*, OECD, Paris, [23]
<https://www.oecd.org/sti/scoreboard.htm>.
- OECD (o. J.), „Total publications as % world total“, *STI Scoreboard*, OECD, Paris, [24]
<https://www.oecd.org/sti/scoreboard.htm>.
- Paunov, C. et al. (2019), „On the concentration of innovation in top cities in the digital age“, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 85, OECD Publishing, Paris, [22]
<http://dx.doi.org/10.1787/f184732a-en>.
- Paunov, C. und S. Planes-Satorra (2021), „What future for science, technology and innovation after COVID-19?“, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 107, OECD Publishing, Paris, [38]
<http://dx.doi.org/10.1787/de9eb127-en>.
- Paunov, C., S. Planes-Satorra und T. Moriguchi (2017), „What role for social sciences in innovation?: Re-assessing how scientific disciplines contribute to different industries“, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 45, OECD Publishing, Paris, [33]
<http://dx.doi.org/10.1787/8a306011-en>.
- PwC (2021), *Global Top 100 companies by market capitalisation*, PwC, UK, [42]
<https://www.pwc.com/gx/en/audit-services/publications/assets/pwc-global-top-100-companies-2021.pdf>.
- Rammer, C. und A. Spielkamp (2019), „The Distinct Features of Hidden Champions in Germany: A Dynamic Capabilities View“, *ZEW Discussion Papers*, No. 19–012, ZEW, Mannheim, [19]
<https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp19012.pdf>.
- Roth, F. (2020), „Revisiting Intangible Capital and Labour Productivity Growth, 2000-2015: Accounting for the Crisis and Economic Recovery in the EU“, *Hamburg Discussion Papers in International Economics*, No. 3, Universität Hamburg, [9]
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/210982/1/hdpie-no03-revised.pdf>.
- Statistisches Bundesamt (o. J.), „Entwicklung des Altenquotienten bis 2013 und Prognose bis 2060“, Statistisches Bundesamt, Berlin, [34]
<https://www.gut-leben-in-deutschland.de/indikatoren/einkommen/altenquotient>.

- Walz, R. et al. (2019), *Ökologische Innovationspolitik in Deutschland – Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-29_texte_01-2019_oekologische-innovationspolitik_v2.pdf. [44]
- WIPO (2021), *Patent Cooperation Treaty Yearly Review 2021: The International Patent System*, WIPO, Genf, https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_901_2021.pdf. [20]
- Yashiro, N. und S. Lehmann (2018), „Boosting productivity and preparing for the future of work in Germany“, *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1502, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/df877b3e-en>. [30]
- ZEW (2018), *Innovationen in der Deutschen Wirtschaft*, ZEW, Mannheim, https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/mip/18/mip_2018.pdf?v=1554116508. [35]

Anmerkungen

¹ Diese Indikatoren stammen aus dem OECD-Bericht *How's Life? (2020)* und decken die folgenden Bereiche ab: bereinigtes verfügbares Haushaltseinkommen, Medianvermögen der privaten Haushalte, Bezahlbarkeit von Wohnraum, Beschäftigungsquote, Lebenserwartung, Naturwissenschaftskompetenzen der Schüler*innen, Lebenszufriedenheit, Mordrate, Freizeit, soziale Interaktionen und Wahlbeteiligung.

² In vielen dieser Bereiche ist der Kapitalstock Deutschlands mehr als doppelt so groß wie im zweitplatzierten Land. Dieses hohe Investitionsniveau ist ein Indikator für einen weltweit führenden Bestand an Wissen und Produktionskapazitäten. Alle Werte sind für das letzte verfügbare Jahr (zwischen 2016 und 2019) angegeben.

³ Patente geben zwar keinen Aufschluss über die Marktreife oder die Nachfrage nach Innovationen und sind daher ein unvollständiger Indikator für die Leistung des Innovationssystems, sie liefern aber einen wichtigen – und international vergleichbaren – Anhaltspunkt für die Innovationsintensität.

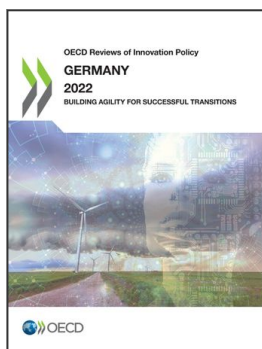
⁴ IP5-Patentfamilien sind Patente, die bei mindestens zwei Ämtern weltweit angemeldet werden, darunter eines der fünf größten Ämter für geistiges Eigentum: das Europäische Patentamt (EPA), das japanische Patentamt (JPO), das koreanische Amt für geistiges Eigentum (KIPO), das Patent- und Markenamt der Vereinigten Staaten (United States Patent and Trademark Office, USPTO) und das chinesische Amt für geistiges Eigentum (China National Intellectual Property Administration, CNIPA).

⁵ Eine triadische Patentfamilie ist definiert als ein Komplex von Patenten, die in verschiedenen Ländern (d. h. bei deren Patentämtern) zum Schutz ein und derselben Erfindung angemeldet werden. Triadische Patentfamilien müssen bei drei großen Patentämtern, nämlich dem Europäischen Patentamt (EPA), dem japanischen Patentamt (JPO) und dem Patent- und Markenamt der Vereinigten Staaten (USPTO), angemeldet werden. Die triadischen Patentfamilien werden bei der Zählung dem Wohnsitzland des Erfinders und dem Datum der Erstanmeldung des Patents zugerechnet. Dieser Indikator wird in Zahlen gemessen.

⁶ Es gibt keine feste Definition für Hidden Champions im Hinblick auf die Beschäftigtenzahl. Manche haben über 1 000 Beschäftigte. Den Ergebnissen einer neueren Studie zufolge hat die große Mehrheit jedoch weniger als 250 Beschäftigte (Rammer und Spielkamp, 2019_[19]).

⁷ Unternehmen wie Grammer (das auf Sitze und Pkw-Komponenten spezialisiert ist), die Marquardt Gruppe (interaktive Mechatronik) und die Rosenberger-Gruppe (Verbindungslösungen in der Hochfrequenz- und Hochvolt-Technologie) sind in ihren Technologiefeldern Weltmarktführer, was die Bandbreite an Know-how in deutschen KMU deutlich macht (Freitag, Schmidt und Dobush, 2019_[48]).

Teil II Das deutsche Innovationssystem im internationalen Kontext: Ergebnisse, Kapazitäten und Politik



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

Access the complete publication at:
<https://doi.org/10.1787/50b32331-en>

Please cite this chapter as:

OECD (2022), "Gesamtbeurteilung und Empfehlungen", in *OECD Reviews of Innovation Policy: Germany 2022: Building Agility for Successful Transitions*, OECD Publishing, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/75670d87-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>.