



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Die Zukunft der Arbeit in der digitalen Transformation

*Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats
beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)*

Der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz hat sich in mehreren Sitzungen, zuletzt am 10. Februar 2022, mit dem Thema

„Die Zukunft der Arbeit in der digitalen Transformation“

befasst und ist dabei zu der nachfolgenden Stellungnahme gelangt:

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwk.de

Stand

23. Februar 2022

Diese Publikation wird ausschließlich als Download angeboten.

Gestaltung

PRpetuum GmbH, 80801 München

Zentraler Bestellservice für Publikationen der Bundesregierung:

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

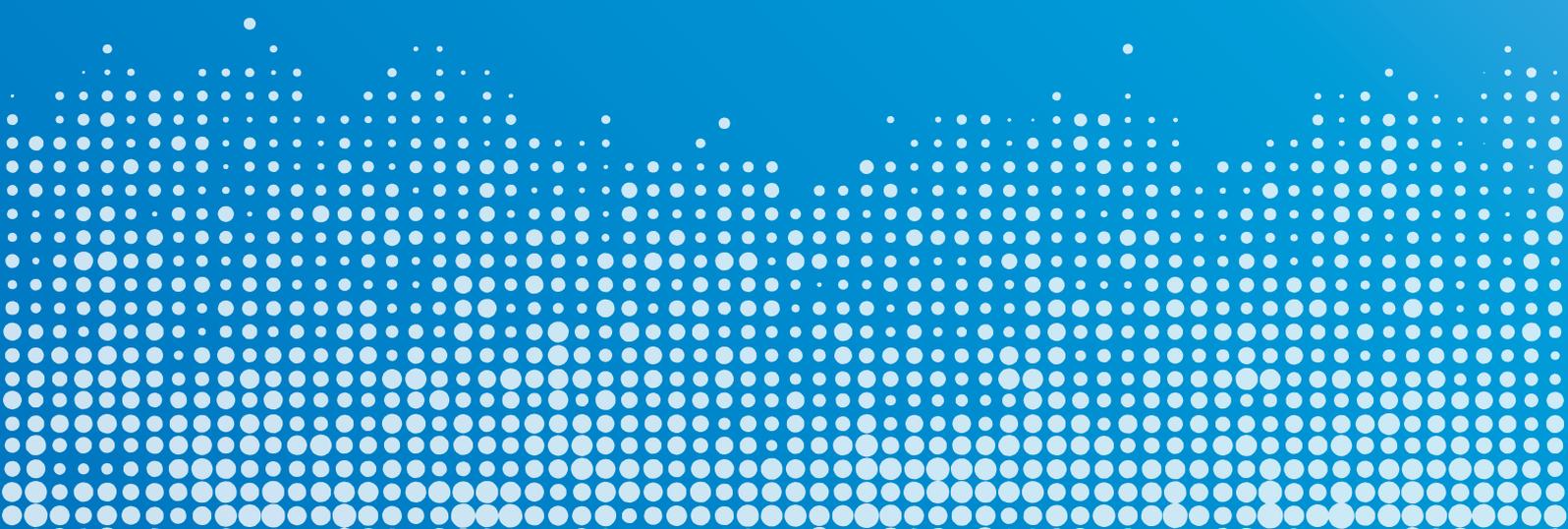
Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Inhalt

I. Einleitung	2
II. Bisherige Arbeitsmarkteffekte digitaler Transformationsprozesse	5
II.1 Rückblick und Einordnung	6
II.2 Arbeitsmarkteffekte von Industrierobotern in Deutschland	7
III. Die kommenden Wellen der digitalen Transformation	9
III.1 Charakteristika neuer digitaler Technologien	10
III.2 Mensch versus Maschine – Verteilung der komparativen Vorteile	11
III.3 Mögliche Arbeitsmarkteffekte der digitalen Transformation	13
III.4 Qualifikatorischer und regionaler Mismatch	15
III.5 Verteilungseffekte der digitalen Transformation	16
IV. Wirtschaftspolitische Handlungsempfehlungen	20
IV.1 Digitaler Aufholprozess in einem Umfeld des Wandels	21
IV.2 Ein integriertes System der Aus- und Weiterbildung	26
IV.3 Ungleichheit und die Förderung „guter Jobs“	32
V. Zusammenfassung der Politikempfehlungen	34
V.1 Digitaler Aufholprozess	35
V.2 Ein integriertes System der Aus- und Weiterbildung	35
Literatur	37
Mitglieder	44
Anhang: Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats seit April 1948	47



I. Einleitung



Im Koalitionsvertrag der Bundesregierung ist das Wort „Transformation“ ein Schlüsselbegriff, der in unterschiedlichen Zusammenhängen 42-mal auftaucht. Die Transformation der Wirtschaft im Angesicht der zahlreichen Herausforderungen ist zweifellos notwendig. Sie weckt aber auch Ängste vor schmerzhaften Veränderungen, Arbeitslosigkeit, Statusverlusten und der Entwertung individueller Qualifikationen. In diesem Gutachten beschäftigt sich der Beirat mit den Umwälzungen, die durch die **digitale Transformation** zu erwarten sind, ihren Auswirkungen auf die Zukunft der Arbeit, und wie der Staat auf die zu erwartenden Herausforderungen reagieren kann. Warnungen vor **technologisch bedingter Massenarbeitslosigkeit** ziehen sich durch die Geschichte (vgl. Mokyr et al. 2015) und finden sich bereits im Werk von Aristoteles (384–322 v. Chr.). Bislang haben sich diese Prophezeiungen langfristig nie bewahrheitet. Zwar gab es permanent eine **Substitution von menschlicher Arbeitskraft durch Kapital**. Ganze Berufe sind im Zeitablauf verschwunden, vormals von Menschen ausgeübte Tätigkeiten wurden durch Maschinen ersetzt. Dafür entstanden aber, komplementär zu den neuen Technologien, immer wieder **neue Tätigkeitsfelder**. Die aggregierte Arbeitsnachfrage zeigte keinen technologisch bedingten Abwärtstrend. Vielmehr übersetzte sich der Anstieg der Arbeitsproduktivität in **langfristig steigende Reallöhne und Lebensstandards**.

Kurzfristig können neue Technologien, wie zum Beispiel der vermehrte Einsatz von Industrierobotern im verarbeitenden Gewerbe seit den 1990er Jahren, aber durchaus zu schmerzhaften **Strukturbrüchen** am Arbeitsmarkt führen (vgl. Acemoglu/Restrepo 2018, 2020). Im Vergleich zu anderen Ländern ist es Deutschland in der Vergangenheit bislang gut gelungen, diese Disruptionen abzufedern bzw. gar nicht erst entstehen zu lassen. So zeigen Dauth et al. (2021), dass Robotereinsatz nicht zu einem Anstieg des individuellen Arbeitslosigkeitsrisikos für Industriebeschäftigte geführt hat. Hierzu

trugen die Anpassungsfähigkeit der Beschäftigten und ihrer Interessenvertretungen sowie die Flexibilität der Unternehmen bei. Durch **betriebsinterne Weiterbildung** wurde auf radikal veränderte Anforderungen erfolgreich reagiert und dadurch zur Sicherung der Arbeitsplätze und des spezifischen Humankapitals beigetragen. Ebenso half die global starke Marktposition der deutschen Industrie, die Produktivitätszuwächse in zunehmende Weltmarktanteile umzumünzen, was letztlich die heimische Industriebeschäftigung und das Lohnniveau stabilisiert hat. Hierbei handelt es sich aber nicht um Automatismen, die sich zwangsläufig wiederholen müssen. Zukünftige Entwicklungen im Bereich der digitalen Technologien, etwa der **künstlichen Intelligenz**, können tiefgreifendere und **problematischere Arbeitsmarkteffekte** zeitigen. So könnten Berufe und Branchen betroffen sein, insbesondere im Dienstleistungssektor, in denen betriebsinterne Lösungen im Sinne der Beschäftigten nur schwerer zu realisieren sind. Zudem agiert Deutschland bei diesen Technologien nicht aus der Position des globalen *industry leader*, sondern weist teilweise erhebliche Rückstände zur Weltspitze auf. Somit könnten Weiterentwicklungen bei diesen Technologien durchaus mit Marktanteilsverlusten und entsprechend adversen Arbeitsmarkteffekten einhergehen. Grund zur Sorge vor einer technologisch bedingten Massenarbeitslosigkeit in Deutschland besteht aus Sicht des Beirats nicht. Dagegen spricht schon die zeitgleich stattfindende **demografische Entwicklung**. Der Renteneintritt der Baby-Boomer-Generation wird bis 2030 zu einem Arbeitsmarktaustritt von rund 5,2 Millionen qualifizierten Beschäftigten führen. Gleichzeitig ist derzeit nur mit einem Arbeitsmarktzutritt von rund 3,9 Millionen Berufseinsteiger:innen zu rechnen. Dies dürfte in vielen Bereichen der Wirtschaft zu einem enormen **Fachkräftemangel** führen – also gerade zum Gegenteil einer technologischen Massenarbeitslosigkeit (Varian 2020).

Gleichwohl kann die digitale Transformation zu einer verschärften Diskrepanz der angebotenen und nachgefragten Qualifikationsprofile am Arbeitsmarkt (sog. **Mismatch**) führen. So kann es zu Arbeitsplatzverlusten kommen, wenn vormals von Menschen ausgeübte Tätigkeiten fortan durch den Einsatz neuer Technologien erledigt werden. Wenn die Qualifikationsprofile der Betroffenen nicht passgenau zu den frei werdenden oder neu entstehenden Stellen in anderen Segmenten des Arbeitsmarkts sind, die regional anderswo in Deutschland verortet sein können, ist eine **Koexistenz von Fachkräftemangel und Arbeitslosigkeit** möglich, die bestenfalls mittelfristig aufzulösen ist.

Zudem kann es durch die digitale Transformation im Bereich der Lohn- und Einkommensverteilung zu einer **Verschärfung der Ungleichheit** kommen. Derartige Effekte waren in Deutschland bereits im Zuge der Roboterisierung der Industrie sichtbar, quantitativ allerdings nicht besonders stark (Dauth et al. 2021). Diese Verteilungseffekte könnten sich bei den neuen digitalen Technologien entsprechend beschleunigen und zu zusätzlichen Belastungen in den sozialen Sicherungssystemen führen.

Für die Wirtschaftspolitik stellen die Arbeitsmarkt- und Verteilungseffekte der digitalen Transformation somit potentiell große Herausforderungen dar. Die Bundesregierung sollte diese proaktiv und gestaltend adressieren und entsprechende Weichenstellungen vornehmen. Hierfür entwickelt der Beirat in diesem Gutachten konkrete wirtschaftspolitische Empfehlungen und perspektivische Überlegungen in **drei zentralen Handlungsfeldern**:

- einen **digitalen Aufholprozess** zur Stärkung der Marktposition deutscher Unternehmen,
- eine umfassende Strategie zur Stärkung von **Aus- und Weiterbildung** und deren Integration in den beruflichen Alltag,
- die Ausgestaltung der Steuer- und Wirtschaftspolitik für produktive Beschäftigungsverhältnisse und gegen steigende Ungleichheit.

Abschnitt II bietet zunächst eine Einordnung sowie einen kurzen Überblick über die Arbeitsmarkteffekte früherer Episoden der digitalen Transformation. Abschnitt III charakterisiert die Eigenschaften derzeit im Frühstadium befindlicher Technologien, die zukünftig breiter zum Einsatz kommen dürften, und diskutiert deren Verteilungseffekte und mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Abschnitt IV widmet sich den wirtschaftspolitischen Handlungsempfehlungen des Beirats, und Abschnitt V fasst diese komprimiert zusammen.

II. Bisherige Arbeitsmarkt- effekte digitaler Trans- formationsprozesse



II.1 Rückblick und Einordnung

Technischen Fortschritt gibt es nicht erst seit der Digitalisierung, und er hat sich schon immer auf dem Arbeitsmarkt ausgewirkt. Auch die **heterogenen Mechanismen digitaler Transformation werden zu massivem Wandel führen** und bestimmte menschliche Tätigkeiten oder Berufe überflüssig machen.

Ein Teil des Wandels ist dabei längst vollzogen: So übernimmt an Flughäfen Gesichtserkennungssoftware weitgehend die Grenzkontrolle, auf den Autobahnen steuern elektronische Leitsysteme den Verkehr. Arbeitskräfte für diese Aufgaben werden nicht mehr gebraucht. Andere Facetten des Wandels sind noch nicht vollzogen, aber in absehbarer Zeit wahrscheinlich. So kann Software die Ergebnisse bildgebender Verfahren in der Medizin auf Signale für Erkrankungen scannen. Die Gerichte können Täterprofile für die Vorhersage nutzen, ob Angeklagte erneut straffällig werden. Statt an vielen Universitäten eine Einführung in die Statistik anzubieten, können die Studierenden auf einführende Videos verwiesen werden. Wieder andere Facetten stehen noch an einem fernerem Horizont, etwa im Bereich der selbstfahrenden Autos oder des 3D-Drucks ganzer Häuser. Auch das könnte **langfristig die Nachfrage nach bestimmten Berufen** (wie Taxifahrer:innen oder Maurer:innen) **reduzieren**.¹

Dass es durch neue digitale Technologien bald weniger Nachfrage für bestimmte menschliche Tätigkeiten gibt, schlägt sich in Quantifizierungen des **Substitutionspotentials** nieder (Frey und Osborne 2017; Arntz et al. 2017). Dieses gibt auf Basis von Expertenschätzungen an, welche Berufe nach aktuellem Stand der Technik vollständig oder teilweise automatisiert werden *könnten*. Allerdings ist die

Entscheidung, ob tatsächlich eine (Teil-)Automatisierung stattfindet, **nicht rein technisch determiniert**. Vielmehr handelt es sich bei der Wahl des Faktoreinsatzes in der Produktion um eine **ökonomische Entscheidung**, die Firmen angesichts aktueller und zu erwartender Preise im Wettbewerb treffen. Nicht alles, was automatisiert werden könnte, wird dabei tatsächlich automatisiert – zumindest nicht vollständig und sofort. Zudem sind die Zahl der Berufe und deren konkrete Tätigkeitsprofile nicht fix, sondern wandeln sich ebenfalls mit der Technologie.

Bislang ist in Deutschland kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem gemessenen Substitutionspotential und dem tatsächlichen späteren Beschäftigungswachstum des jeweiligen Berufsfeldes erkennbar (Dengler und Matthes 2018). Ein Grund dürfte sein, dass technologische Entwicklungen nicht nur zur Verdrängung menschlicher Arbeit führen, sondern auch zur **Anpassung von Tätigkeitsprofilen**, zur **Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen** und zur **Entwicklung neuer Berufe**. Beschäftigte gewinnen durch die teilweise Automatisierung einiger Aspekte ihres Berufs zeitliche Freiräume, in denen sie vermehrt anderen (schwerer zu automatisierenden) Tätigkeiten nachgehen – zum Beispiel verbringen Ärzt:innen weniger Zeit mit der Analyse von Röntgenbildern und widmen sich dafür vermehrt der intensiveren Kommunikation mit ihren Patient:innen. Kurzum: Neue Technologien führen einerseits zur **Verdrängung**, aber schaffen auch neue und **komplementäre** Formen der **Arbeit**. Welcher Effekt dabei schlussendlich überwiegt, ist a priori unklar und hängt stark von den Spezifika des jeweiligen Berufsbildes ab. Dass Berufe im Zuge der Transformation ganz verschwinden, hat es immer gegeben. Trotzdem ist Deutschland die Arbeit insgesamt nicht ausgegangen.

1 In offenen Volkswirtschaften ergeben sich weitere Verdrängungseffekte, da die Bedeutung örtlicher Nähe in einer vernetzten Umgebung abnimmt. In der Vergangenheit beschäftigten etwa viele Verlage Lektor:innen im Haus, mittlerweile aber lassen viele ihre Lektoratsarbeiten in Asien erledigen. Der Arbeitseinsatz sinkt somit nicht insgesamt, wurde im Zuge der digitalen Transformation aber an einen anderen Ort verlagert.

Ist der Wandel, der von der Digitalisierung ausgelöst wird, qualitativ anders oder quantitativ bedeutsamer als frühere Entwicklungen? Hierfür betrachten wir zunächst die Arbeitsmarkteffekte digitaler Technologien, die bereits seit etlichen Jahren zum Einsatz kommen.

II.2 Arbeitsmarkteffekte von Industrierobotern in Deutschland

Die aktuelle Arbeitsmarktliteratur untersucht vor allem die Auswirkungen eines „Routine-basierten“ technologischen Wandels, bei dem manuelle und kognitive Routinetätigkeiten durch Informationstechnologien substituiert werden (z.B. Acemoglu und Autor 2011). Aktuelle empirische Studien untersuchen die **Arbeitsmarkteffekte von Industrierobotern** als einen Teilaspekt der digitalen Transformation. Diese Technologie existiert hinreichend lange, um einen evidenzbasierten Forschungsansatz zu ermöglichen. Für die USA zeigen Acemoglu und Restrepo (2018, 2020) einen signifikant negativen Einfluss auf die Gesamtbeschäftigung im amerikanischen Arbeitsmarkt. Jeder installierte Roboter reduzierte danach die Gesamtbeschäftigung in den USA um rund sechs Arbeitsplätze und verschärfte die Einkommensungleichheit.

Für den deutschen Arbeitsmarkt stellt sich das Bild freundlicher dar. Dauth et al. (2021) attestieren pro Roboter einen langfristigen Rückgang von nur zwei Arbeitsplätzen im verarbeitenden Gewerbe. Dies wurde durch Zugewinne im gleichen Umfang in anderen Branchen (insbes. wirtschaftsnahen Dienstleistungen) kompensiert, so dass der **aggregierte Beschäftigungseffekt der Roboterisierung bei null** liegt. Zudem vollzog sich der Strukturwandel **nicht disruptiv durch Entlassungen** von Industriebeschäftigten. Sie waren individuell durch die Roboterisierung keinem höheren Risiko ausgesetzt, den eigenen

Arbeitsplatz zu verlieren oder gar arbeitslos zu werden. Der Rückgang der Industriebeschäftigung ergab sich vielmehr dadurch, dass frei werdende Stellen, etwa beim Erreichen der Altersgrenze der Beschäftigten, nicht wiederbesetzt wurden. Bei jungen Kohorten ergaben sich somit veränderte Muster beim Berufseinstieg. Im Zeitablauf waren immer weniger Karrierestarts in der Industrie zu verzeichnen. Stattdessen begannen immer mehr Berufseinsteiger:innen ihr Erwerbsleben im zumeist wirtschaftsnahen Dienstleistungssektor, was zu vergleichbaren Einstiegsgehältern gelang. Im Vorgriff auf diesen Strukturwandel passten die jungen Kohorten ihre Ausbildungsentscheidungen an und investierten in stärker roboterisierten Regionen bereits während der (Hoch-)Schulphase tendenziell mehr in ihr Humankapital.

Zwei Gründe scheinen maßgeblich dafür zu sein, warum die Roboterisierung in Deutschland – anders als in anderen Ländern – nicht so sehr zu disruptiven individuellen Jobverlusten bei Industriebeschäftigten geführt hat. Erstens begünstigen die deutschen Arbeitsmarktinstitutionen den **Erhalt von unternehmensspezifischem Humankapital**. So zeigen Dauth et al. (2021), dass die Roboterisierung zu einem starken Wandel der Tätigkeitsprofile bei ansonsten stabilen Arbeitsplätzen geführt hat. Die Unternehmen haben also ihre gewandelte Arbeitsnachfrage weitgehend durch eine entsprechende Umschulung und Weiterbildung ihres Stammpersonals befriedigt, die tendenziell für die Betroffenen mit einem Aufstieg in der beruflichen Hierarchie (sog. *skill upgrading*) einherging. Diese unternehmensinternen Lösungen waren in Regionen mit höherem gewerkschaftlichen Organisationsgrad tendenziell stärker ausgeprägt. Das spricht für den **Beitrag von Betriebsräten zur Beschäftigungssicherung**. Im Gegenzug zeigte sich die Arbeitnehmerseite zu moderaten Lohnabschlüssen unterhalb des realen Produktivitätswachstums bereit.

Zweitens können die relativ positiven Beschäftigungseffekte in Deutschland darin begründet liegen, dass viele heimische Industrieunternehmen einen **Status als globale Branchenführer** innehatten, etwa im Bereich der stark roboterisierten Automobilindustrie. So zeigen Smolka et al. (2021), dass neue digitale Technologien (inklusive Industrierobotik) stärker in produktiven Unternehmen mit hohen Marktanteilen eingesetzt werden. Diese Unternehmen können ihre Produktivität, Marktposition und Beschäftigung durch den verstärkten Technologieeinsatz dann tendenziell ausbauen, während negative Beschäftigungseffekte bei solchen Unternehmen konzentriert sind, welche die entsprechenden Technologien gar nicht oder weitaus schwächer einsetzen. Stiebale et al. (2020) dokumentieren ein ähnliches Muster im verarbeitenden Gewerbe in sechs europäischen Ländern. Der verstärkte Einsatz von Robotern könnte somit in Ländern mit relativ unproduktiven Firmen durchaus negative Beschäftigungseffekte gezeitigt haben (vgl. Faber 2020), nicht jedoch in Deutschland.

Gleichwohl zeigten sich auch in Deutschland in Reaktion auf den Einsatz der Industrierobotik bereits einige **Verteilungseffekte** in den Unternehmen (Dauth et al. 2021). So kam es zu überproportionalen Einkommensgewinnen bei den Kapitaleigentümer:innen sowie bei hoch qualifizierten Beschäftigten, v. a. in technischen Berufen und im Management. Facharbeiter:innen im mittleren Lohnsegment mussten hingegen tendenziell Verluste hinnehmen, teilweise im Rahmen eines Kompromisses zur Beschäftigungssicherung. Besonders negative Lohneffekte waren dort zu erkennen, wo unternehmensinterne Lösungen scheiterten und ein Arbeitsplatzwechsel notwendig wurde. Bislang waren diese Verteilungseffekte quantitativ allerdings noch relativ schwach ausgeprägt.

III. Die kommenden Wellen der digitalen Transformation



Bei der Industrierobotik handelt es sich um eine etablierte Technologie, die seit Jahrzehnten eingesetzt wird. Im Gegensatz dazu steht für die neuesten digitalen Technologien, etwa künstliche Intelligenz (KI), ein vergleichbarer evidenzbasierter Ansatz zur Identifikation von Arbeitsmarkteffekten derzeit noch nicht zur Verfügung. Zwar gibt es erste einschlägige Studien (Acemoglu et al. 2021), aber hauptsächlich wird derzeit auf **Unternehmensbefragungen** zu geplanten Beschäftigungsänderungen zurückgegriffen (z. B. Arntz et al. 2019; WEF 2020). Prognosen auf dieser Basis sind mit einer **weitaus höheren Unsicherheit** behaftet, erlauben aber gewisse Rückschlüsse auf zu erwartende Arbeitsmarkttrends.

In diesem Abschnitt beschreiben wir zunächst einige Charakteristika digitaler Technologien (III.1.) und diskutieren in allgemeiner Form, auf welche Weise Computer und ihre Vernetzung menschliche Arbeit ersetzen oder ergänzen können und worin künftig noch komparative Vorteile menschlicher Arbeit liegen (III.2.). Hieraus leiten wir einige grundsätzliche Überlegungen zu den möglichen Arbeitsmarkteffekten der digitalen Transformation ab (III.3.) und fokussieren dabei insbesondere auf das Problemfeld des qualifikatorischen und regionalen Mismatches am Arbeitsmarkt (III.4.). Anschließend diskutieren wir die neuere Literatur zu den Verteilungseffekten des technologischen Wandels und kategorisieren die Vorschläge zu wirtschaftspolitischen Strategien gegen steigende Ungleichheit (III.5.)

III.1 Charakteristika neuer digitaler Technologien

In den letzten Jahrzehnten sind die technologischen Potentiale der Digitalisierung sprunghaft angestiegen (Knieps 2021). Computer sind für nahezu beliebige Zwecke einsetzbar, hochgradig entwicklungs-fähig und können Innovationsschübe in etlichen Lebens- und Wirtschaftsbereichen anstoßen.

Die Theorie des endogenen Wachstums spricht deshalb von einer **general purpose technology (GPT)**, vergleichbar der Dampfmaschine oder der Elektrizität.

Der Wandel von analoger zu digitaler Technologie startete mit der Erfindung bipolarer Transistoren in den Bell Laboratories im Jahr 1947. Intel machte mit seinen Mikroprozessoren 1974 Heimcomputer möglich. Je dichter Transistoren auf einem Chip gepackt werden konnten, desto mehr Anwendungen wurden erschlossen (Bresnahan und Trajtenberg 1995). Der nächste Entwicklungsschub ging von der **Vernetzung** aus. Die Rechenleistung einer Vielzahl von Computern konnte dadurch nicht nur gebündelt werden. Zusätzlich ergab sich der Vorteil, dass kein spezialisiertes Netz mehr für einzelne Anwendungen benötigt wurde. Mit Hilfe einer Internet-Verbindung ist es nicht nur möglich, wie beim Telefon auf Distanz miteinander zu sprechen, sondern auch E-Mails zu verschicken, Videokonferenzen abzuhalten, aus der Ferne die Raumtemperatur zu regeln, usw.

Diese allgemeine technische Grundlage bietet somit Raum für **spezialisierte Lösungen mit enormen wirtschaftlichen Potentialen**, aber auch Gefahren. So ist es möglich, im Netz bestimmten Verkehr (wie etwa Filme) bevorzugt durchzuleiten, um störende Verzögerungen zu minimieren. Bei einer Überlastung des Netzes durch zu viele parallele Zugriffe kommt es indes zu einer reduzierten Übertragungsgeschwindigkeit. Bei Filmen führt dies bloß zu einer geringeren Zufriedenheit der Konsument:innen. Zunehmend werden aber Anwendungen vernetzt, deren Störung schlimmere Folgen hätte. So kann ein „smart grid“ die Lastspitzen bei der Stromversorgung besser verteilen, aber wenn die Information über die aktuelle Stromnachfrage zu spät kommt, bricht das gesamte Netz zusammen. Beim automatisierten Fahren können Netzstörungen gar tödlich enden.

Für dieses „**Internet der Dinge**“ wird mit **5G-Netzen** nicht nur weitaus stärkere Übertragungskapazität geschaffen. Durch eine Kombination aus cloud computing, kamerabasierten Sensoren, satellitenbasierter Positionsbestimmung und echtzeitbasierter Kommunikation wird zudem ein dichtes Sicherheitsnetz für die Funktionsfähigkeit der Dienste aufgebaut (Knieps 2021).

Im Bereich der **künstlichen Intelligenz (KI)**, die eine zentrale Säule der digitalen Transformation ist, lassen sich **verschiedene Gruppen von Systemen** unterscheiden. KI ermöglicht – beispielsweise in der Bild- und Spracherkennung oder in Systemen zur Unterstützung des autonomen Fahrens – die Errichtung sehr leistungsfähiger Systeme, die auf großen Datenmengen für das Training der Systeme und leistungsfähigen Cloud-Infrastrukturen für deren Bereitstellung basieren. Allerdings bewegen sich jüngere Forschungsansätze von der bisher im Vordergrund stehenden „datenhungrigen“ KI hin zu hybriden Formen, bei denen u.a. die Verringerung der für das Lernen erforderlichen Datenmengen zentral ist, etwa im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI, vgl. hierzu Abschnitt IV.1.).

III.2 Mensch versus Maschine – Verteilung der komparativen Vorteile

Die Digitalisierung hilft vielen Menschen, ihrer Arbeit besser nachzugehen. Der Computer ist aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken, die Schreibmaschine wünscht sich kaum jemand zurück. Die Digitalisierung führt an vielen Stellen zu einer **höheren Produktivität der Arbeitnehmer:innen**. Allerdings ist eine Konsequenz der ständig wachsenden technischen Möglichkeiten, dass diese der

menschlichen Arbeit Konkurrenz machen können.

Die Kognitionsforschung hat analysiert, wie Menschen die Aufgaben erfüllen, die ihnen vernetzte Computer nun streitig machen. Arbeit besteht aus Handlungen, die auf Entscheidungen beruhen. Der wichtigste komparative Vorteil des Computers besteht dabei in **Rechenhaftigkeit**. Computer lösen jede Entscheidung in eine Kette von Ja/Nein-Entscheidungen auf. Wo es auf die zügige Verarbeitung einer großen Zahl von Informationen in genau definierter Weise ankommt, ist der Computer dem Menschen weit überlegen. Mittlerweile dringen Computer aber in immer weitere Bereiche vor, in denen es nicht bloß um einfache Rechenoperationen geht. Dieser technische Fortschritt beruht maßgeblich auf **maschinellem Lernen**. Hier zieht der Computer keinen logischen Schluss von Eingaben auf die gewünschte Ausgabe. Vielmehr nutzt er große Datenbestände, um Muster zu finden. Mit Hilfe der Muster sagt er voraus, welche Entwicklung zu erwarten ist, wenn man eine bestimmte Handlung vornimmt, oder der Computer ergreift – wie etwa beim Handel mit Wertpapieren – sogar selber Handlungen.²

Menschen bewältigen ihre Umgebung durch **Selektion**. Sie richten ihre Aufmerksamkeit nur auf einen Ausschnitt der optischen, visuellen und haptischen Informationen, die ständig auf sie einströmen. Menschen sind nicht nur gut darin, eigene und fremde Erfahrungen zu nutzen. Sie selektieren zwischen wichtigen und unwichtigen Erfahrungen.³ Das menschliche Gehirn bewältigt den Überfluss der Erfahrungen aus der Umgebung somit vor allem durch Vergessen.⁴ Doch mittlerweile haben Algorithmen die Kunst der selektiven Wahrnehmung und des Vergessens ebenfalls gelernt.⁵

2 Eine verständliche Einführung ist bei James et al. (2021) zu finden.

3 Vgl. Bakos et al. (2014) für eine anschauliche Darstellung.

4 Vgl. Schooler und Hertwig (2005).

5 Besonders deutlich ist das bei einer Klasse von Deep-Learning-Algorithmen, den „long short term memory“-Algorithmen.

Menschen besitzen die Fähigkeit, Probleme zu strukturieren und in einer Weise zu lösen, die sie Dritten erklären und beibringen können. Auf diese Weise lösen die meisten Menschen aber nur einen kleinen Teil ihrer Probleme. Für den großen Rest benutzen sie ihre **Intuition**.⁶ In einem strengen Sinne hat ein Computer keine Intuition. Aber man kann ihn so programmieren, dass er sich keiner Entscheidung verweigert. Die radikalste Lösung ist dabei ein Zufallsentscheid. Doch wenn man genauer hinsieht, macht der Computer alle Vorhersagen unter Vorbehalt. Durch die Programmierung sind Wahrscheinlichkeiten vorgegeben, welche die Entscheidung schlussendlich determinieren. Das ist nicht fundamental anders als der Mechanismus, mit dem das menschliche Gehirn vermeidet, dass der Mensch vor Unsicherheit erstarbt.⁷

Diese skizzenhaften Überlegungen machen deutlich: Der Abstand in der Mechanik des Entscheidens zwischen Mensch und Computer ist sehr viel kleiner, als man zunächst denken könnte. **Der komparative Vorteil des Menschen vor dem Computer besteht immer weniger in kognitiven Fähigkeiten.** Dafür sind Menschen eingebettet in ihren sozialen Kontext. Dieser Kontext beeinflusst, auf welchen Teil ihrer Umgebung sie achten, welche normativen Belange ihnen wichtig sind und wie sie ihre Entscheidungen kommunizieren.

All das ist prinzipiell auch bei den Entscheidungen eines Computers erreichbar. Trotzdem bleibt ein Unterschied: Jeder Mensch entscheidet am Ende individuell und für sich allein. Menschen sind dabei von ihren Genen und ihrer Vergangenheit geprägt. Jeder Computer, der den gleichen Algorithmus und die gleichen Trainingsdaten benutzt und der gegebenenfalls die gleichen Zufallszahlen verwendet, entscheidet dagegen exakt gleich. Wo es auf **Unvorhersehbarkeit** ankommt, ist der Mensch somit tendenziell dem Computer überlegen. Unvorhersehbarkeit hilft nicht nur beim Schutz von Vertraulichkeit und immunisiert gegen Störungen. Sie schafft vor allem eine Art sozialer Biodiversität und hält einen Lösungsvorrat vor, der bei der Bewältigung unvorhersehbarer Veränderungen hilft.

Die menschliche Intuition funktioniert deshalb oft gut, weil einzelne menschliche Entscheider:innen auf einen **Schatz an Erfahrungen** zurückgreifen können. Diese Daten sind nicht nur sehr umfangreich, sondern auch wirkmächtig organisiert. Man sieht das etwa, wenn ein Mensch eine Analogie zu einem ähnlichen Entscheidungsproblem zieht.⁸ Ihm oder ihr ist bewusst, dass die Analogie unzutreffend sein kann. Aber sie gibt einen guten Startpunkt für die Einschätzung. Erfahrung versorgt menschliche Entscheider:innen mit guten „starting values“. Auf die längere Frist könnten Computer solche Aufgaben übernehmen. Vernetzte Computer können so programmiert werden, dass sie aus dem Feedback über früher getroffene Entscheidungen lernen. Auf kürzere Frist liegt hier aber ein **komparativer Vorteil menschlicher Entscheider:innen**.⁹

6 Das kann man experimentell vor allem auf zwei Weisen zeigen: die Entscheidungszeit ist zu kurz, um die angebotene Information bewusst zu verarbeiten; nachdem die Entscheidung getroffen ist, wird die Evidenz anders bewertet (sog. coherence shifts), ohne dass das den Probanden bewusst wird, vgl. Glückner et al. (2010).

7 Im Prozess der Verarbeitung verändert das Gehirn die Darstellung der Information so lange, bis sich ein kohärentes Bild ergibt, vgl. Holyoak und Simon (1999). Die Kognitionswissenschaften modellieren den mentalen Prozess als „parallel constraint satisfaction“, in offener Anlehnung an Konzepte aus den Computerwissenschaften (Yokoo und Hirayama, 2000).

8 Vgl. Gentner et al. (2001).

9 Das ist etwa der Grund, warum autonomes Fahren unter den standardisierten Bedingungen einer Autobahn leichter zu verwirklichen ist als im Stadtverkehr, in dem ein Kind auf die Straße springen, ein Tier kreuzen oder ein Fahrrad aus der Spur geraten kann. Je idiosynkratischer die Erfahrungen sein müssen, um gute Erfahrungen zu sein, desto länger werden Menschen den Algorithmen überlegen sein.

Menschen können unaufmerksam, ungeschickt, unbegabt oder ungerecht sein. Ein Computer übersieht niemals etwas, er ist so geschickt und begabt, wie er programmiert worden ist, und nur dann ungerecht, wenn dies ins Programm eingebaut wurde. Aber die Menschheit hat jahrtausendlang Erfahrung mit menschlicher Unzulänglichkeit gesammelt. Deshalb sind die Menschen Experten im Umgang damit.¹⁰ Dieser Unterschied ist eine Erklärung für die verbreitete Aversion gegen die Delegation von Entscheidungen an Computer.¹¹ **Es fällt vielen Menschen leichter, einem anderen Menschen zu vertrauen als einer Maschine.** Wichtiger ist noch das Gegenstück: Menschen trauen sich ein Urteil zu, wem sie besser nicht vertrauen sollten. Einstweilen fehlt diese Fähigkeit aber zumeist im Umgang mit Computern.

Die vollständige Delegation von Entscheidungen an Algorithmen ist deshalb die Ausnahme. Häufiger erhalten Menschen **Unterstützung durch den Computer**, tragen aber weiterhin die Verantwortung für die Entscheidung.¹² Ob solche Mensch-Maschine-Interaktionen einer rein menschlichen Entscheidung vorzuziehen sind, hängt nicht nur von der Leistung des Computers ab. Es kommt auch darauf an, wie Menschen den Entscheidungsbeitrag des Computers verarbeiten.¹³ Außerdem sollen Entscheidungen nicht nur objektiv gut sein, sondern ihren Adressat:innen auch gut erscheinen. Oft kommt es darauf an,

dass die Adressat:innen eine Entscheidung annehmen, verstehen und im richtigen Geiste umsetzen. Das fällt leichter, wenn klar ist, warum eine Entscheidung in einer bestimmten Weise ausgefallen ist. Bei menschlichen Entscheidungsträger:innen, die eine **nachvollziehbare Begründung** liefern sollen, ist das Alltag.¹⁴ Gerade besonders treffsichere „deep learning“-Algorithmen sind dagegen oft besonders unzugänglich.¹⁵ Einstweilen liegt hier somit weiterhin ein komparativer Vorteil menschlicher Entscheidungen und Arbeit vor.

III.3 Mögliche Arbeitsmarkteffekte der digitalen Transformation

Die vorangegangene Diskussion zu den komparativen Vorteilen spiegelt sich in den Projektionen zu den erwartbaren Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt. So wurde eine Reihe von umfangreichen **Unternehmensbefragungen** durchgeführt (z. B. der *Future of Jobs Report des World Economic Forum*, vgl. WEF 2020), bei denen Manager:innen angeben sollten, a) welche Technologien sie in den kommenden Jahren in ihrem Unternehmen einführen oder ausbauen wollen, und b) welche Rückwirkungen sich daraus für die Beschäftigung ergeben könnten, also welche Art von Berufen daraufhin in welchem Umfang ab- bzw. aufgebaut wird. Da es sich bei diesen Befragungen

10 Das zeigt sich eindrucksvoll an einem bekannten Paradigma der psychologischen Entscheidungsforschung, der sog. „Wason selection task“. Wenn man Versuchspersonen das Entscheidungsproblem in neutraler Einkleidung präsentiert, versagen die meisten von ihnen. Wenn man ihnen dagegen sagt, sie sollten aufpassen, nicht übervorteilt zu werden, findet die große Mehrheit die richtige Lösung, vgl. Cosmides (1989).

11 Vgl. Dietvorst et al. (2015).

12 Ein Beispiel sind Bewerbungsprozesse. Die Personalabteilung lässt den Computer die Bewerbungen durchmustern und vorklassifizieren. Ob eine Bewerber:in dann zu einem Vorstellungsgespräch eingeladen wird, entscheidet dann aber der oder die jeweilige Personalsachbearbeiter:in.

13 Erste Ergebnisse in diesem sehr aktuellen Forschungsfeld legen nahe, dass menschliche Entscheider:innen nicht sehr gut darin sind, hilfreiche von ungeeigneten Beiträgen des Computers zu unterscheiden (vgl. Engel und Grgic-Hlaca 2021). In diesem Fall kann es durchaus richtig sein, die Entscheidung komplett dem Menschen zu überlassen.

14 Vgl. Engel (2007) zu den miteinander verschränkten Verhaltenseffekten einer expliziten Begründung.

15 Die Informatik hat das mangelnde Vertrauen von Menschen in automatisierte Entscheidungen als Schwäche erkannt. Unter dem Label „explainable AI“ wird aktiv daran geforscht, nachträglich die Elemente des Datensatzes zu benennen, die für die Einschätzung tragend waren, vgl. Samek et al. (2019) und Rabold et al. (2020).

um zukunftsgerichtete wirtschaftliche Pläne handelt, nicht um realisierte Entscheidungen, sind die Ergebnisse solcher Studien naturgemäß mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten. Trotzdem ergeben sie ein Bild, das durchaus im Einklang mit der evidenzbasierten Arbeitsmarktliteratur zu vergangenen Transformationsepisoden steht.

Es zeigen sich **drei zentrale Erkenntnisse**. Erstens gibt es bei der Angabe der zukünftig wichtigen Technologien eine große Übereinstimmung mit den in Abschnitt III.1. diskutierten Entwicklungen. So geben laut WEF (2020) mehr als 70 Prozent der befragten Unternehmen an, dass sie zukünftig verstärkt auf *machine learning*, *big data analytics* und das *Internet of things* setzen werden.

Zweitens kann damit gerechnet werden, dass dies zu einem **Arbeitsplatzabbau** vor allem bei solchen Berufen führen wird, deren Tätigkeitsprofil in einem hohen Maß aus (manuellen oder kognitiven) **Routinetätigkeiten** besteht. Beispielhaft seien hier Sachbearbeiter:innen, LKW-Fahrer:innen, aber auch Rechtsanwält:innen genannt. Dieses Muster deckt sich mit Studien zum technologischen Substitutionspotential von Berufen (Frey und Osborne 2017; Arntz et al. 2017) und der umfangreichen Literatur zur technologisch bedingten Arbeitsmarktpolarisierung (Acemoglu und Autor 2011; Autor et al. 2020; Spitz-Oener 2006). Letztere kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass digitale Technologien einen sog. „*routine-biased technological change*“ hervorrufen. Weniger gefährdet von Substitution sind danach Beschäftigte, die an ihrem Arbeitsplatz vor allem kreative und/oder nicht standardisierte Abläufe ausüben. Dies können bestimmte Hochqualifizierte sein, aber durchaus auch Arbeitskräfte ohne formale Ausbildung, solange sie in ihrem beruflichen Alltag typischerweise mit unterschiedlichen Situationen konfrontiert sind, die nicht einer einfach zu automatisierenden Routine folgen. Ein hohes Substitutionspotential liegt hingegen bei Berufen mit

hohem Routinegrad vor, die oftmals in der Mitte des Qualifikations- und Lohnspektrums angesiedelt sind.

Konkret wird in den Unternehmensbefragungen ein **Arbeitsplatzaufbau** im Zuge der digitalen Transformation einerseits in Berufsfeldern erwartet, die einen direkten Bezug zur Entwicklung und Anwendung der jeweiligen Technologien haben (etwa Programmierer:innen oder Spezialist:innen für die Datenanalyse). Ein Ausbau wird darüber hinaus in ganz anders gelagerten Berufen erwartet, in denen ein hohes Maß an **sozialen und kommunikativen Kompetenzen** erforderlich ist (etwa im Bereich der Betreuung von Kund:innen oder im Gesundheitssektor), also dort, wo ein komparativer Vorteil menschlicher Arbeit gegenüber Maschinen weiterhin gegeben sein dürfte.

Das dritte zentrale Ergebnis bezieht sich auf den **quantitativen Gesamtumfang** des Beschäftigungsaufbaus oder -abbaus. Das typische Bild, das sich in den Projektionen zeigt, geht dabei von einem insgesamt neutralen oder sogar leicht positiven Beschäftigungseffekt aus. Danach wird die Zahl der abgebauten Arbeitsplätze also mindestens kompensiert durch neu geschaffene Arbeitsplätze, allerdings mit völlig anderen Charakteristika. Diese Projektion könnte sich aber als zu optimistisch erweisen, da Großunternehmen mit hohem Technologieeinsatz in den Befragungen oftmals überrepräsentiert sind. Beschäftigungsabbau findet aber gerade in kleineren Unternehmen statt, die neue digitale Technologien nicht im gleichen Maße einsetzen und daraufhin Marktanteile verlieren (Smolka et al. 2021). Zudem sind indirekte Effekte aufgrund von Preis- und Einkommensänderungen nicht berücksichtigt.

Erste **evidenzbasierte Studien zu den Arbeitsmarkteffekten von KI** kommen zu vorsichtigeren Ergebnissen. So zeigen Acemoglu et al. (2021), dass der

zügige Ausbau von KI in US-Unternehmen im Zeitfenster 2014–2018 zwar zu einem starken Anstieg von Stellenanzeigen mit KI-Bezug, nicht jedoch zu einem Anstieg der gesamten Stellenanzeigen oder der Beschäftigung geführt hat.

Für einen belastbaren empirischen Befund der Beschäftigungseffekte von KI und anderer neuer digitaler Technologien ist es derzeit noch zu früh, da sie noch nicht in der nötigen Breite eingesetzt werden. Vieles deutet aber darauf hin, dass die zentrale Herausforderung **wiederum nicht in einem negativen aggregierten Beschäftigungseffekt** oder gar einer technologischen Massenarbeitslosigkeit liegen dürfte. Vielmehr könnten sich im Zuge der weiteren digitalen Transformation zwei Problemstellungen ergeben, die wir in der Folge näher diskutieren:

1. Mismatch am Arbeitsmarkt, also eine Diskrepanz zwischen den angebotenen und den nachgefragten Qualifikationsprofilen, vgl. Abschnitt III.4.
2. Steigende Lohn- und Einkommensungleichheit, vgl. Abschnitt III.5.

III.4 Qualifikatorischer und regionaler Mismatch

Mismatch bezeichnet eine Situation, in der die strukturellen Charakteristika von Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage nicht zueinander passen und es somit zu einer **zeitlich persistenten Koexistenz von Arbeitslosigkeit und offenen Stellen** kommt. Eine solche Konstellation zeichnet sich im Zuge der digitalen Transformation durchaus ab, wenn es – wie oben beschrieben – einen Abbau von Arbeitsplätzen mit hohem Standardisierungs- und Routinegehalt bei gleichzeitigem Anstieg der Arbeitsnachfrage in ganz anderen Marktsegmenten (z. B. bei Jobs mit hohem ICT- oder KI-Bezug) gibt. Kurzfristig ist die-

ser Mismatch durch den Preismechanismus nicht auflösbar, da die freigesetzten Arbeitskräfte die parallel existierenden offenen Stellen aufgrund falsch gelagerter Qualifikationsprofile nicht besetzen können. Somit kann es zu **disruptiven individuellen Arbeitsplatzverlusten** kommen, die im schlimmsten Fall in Langzeitarbeitslosigkeit oder den unfreiwilligen Austritt aus dem Erwerbsleben münden.

Langfristig löst sich dieser Mismatch auf, z. B. durch Anpassungen der Qualifikations- und Ausbildungsentscheidungen der jungen Generation, die im Zeitablauf in den Arbeitsmarkt eintritt. Doch schon kurzfristig gibt es Gegenkräfte. So ist es in der Vergangenheit insbesondere in Deutschland gelungen, dem qualifikatorischen Mismatch, der sich im Zuge der Einführung neuer Technologien ergeben hat, durch intensive Bemühungen im Bereich der **Weiterbildung und Umschulung** der Belegschaften zu begegnen (vgl. Abschnitt II.2.). Die **demografische Entwicklung** könnte zusätzliche Anreize für die Unternehmen bieten, dieses „Ret(r)aining“ des Stammpersonals voranzutreiben, da sich die Rekrutierung neuer Fachkräfte als zunehmend schwierig erweisen könnte. Allerdings stößt diese Strategie, die auf Arbeitsplatzstabilität setzt, dort an Grenzen, wo Unternehmen im Zuge der digitalen Transformation aus dem Markt ausscheiden. Deshalb empfiehlt der Beirat in Abschnitt IV.2. ein unternehmensübergreifendes System der beruflichen Aus- und Weiterbildung als zentralen Baustein für den weiteren Umgang mit der digitalen Transformation.

Ein spezielles Problem des Mismatches betrifft die **regionale Dimension**. Im internationalen Vergleich sind die regionalen Unterschiede im Lohn- und Einkommensniveau hierzulande, zumindest innerhalb Westdeutschlands, noch relativ moderat (vgl. Südekum 2021). Das **ökonomische Stadt-Land-Gefälle** hat in den vergangenen 30 Jahren aber auch in

Deutschland spürbar zugenommen (vgl. Dauth et al. 2022). Dieser Trend, der in anderen Ländern erhebliche politische Implikationen hatte (vgl. Rodriguez-Pose 2018), könnte sich durch die digitale Transformation weiter verschärfen. So ist es durchaus möglich, dass die wegfallenden und die neu geschaffenen Arbeitsplätze im Zuge der Transformation in verschiedenen lokalen Arbeitsmärkten zu finden sind. Firgo et al. (2019) zeigen für das Beispiel Österreich, dass die Digitalisierung tendenziell die Schaffung von urbanen Arbeitsplätzen begünstigt, während die Kategorie der substituierbaren (und damit stärker bedrohten) Arbeitsplätze tendenziell in Regionen abseits der Metropolen überrepräsentiert sind. Die OECD (2018) stellt ein ähnliches räumliches Muster auch für andere Länder fest. Regionale Migration dient nur bedingt als Ausgleichsmechanismus, da der Prozess hinsichtlich Alter und Qualifikationsniveau selektiv ist. So dürfte die Mobilität bei dem Personenkreis, der mutmaßlich durch die Digitalisierung am Arbeitsmarkt vor die größten Probleme gestellt wird, tendenziell schwächer ausgeprägt sein, während die Mobilität von jungen Hochqualifizierten in die Metropolen das Stadt-Land-Gefälle eher noch verschärft als ausgleicht. Diese regionale Dimension gilt es deshalb bei der Ausgestaltung des integrierten Systems der Aus- und Weiterbildung zu berücksichtigen, indem es durch gezielte **struktur- und regionalpolitische Impulse** ergänzt wird (vgl. Abschnitt IV.2.).

III.5 Verteilungseffekte der digitalen Transformation

Der technologische Wandel der letzten Jahrzehnte ist als eine **Ursache zunehmender Einkommensungleichheit** identifiziert worden. Während hochqualifizierte Arbeitnehmer:innen profitierten, waren Niedrigqualifizierte zunehmend von geringen Einkommenszuwächsen bis hin zu -reduktionen

betroffen. Diese Effekte sind insbesondere für die USA belegt worden, siehe etwa Goldin und Katz (2008), Acemoglu und Autor (2011) oder Ales et al. (2015). Der verstärkte Einsatz künstlicher Intelligenz wirft zudem die Frage auf, ob eine ähnliche Entwicklung künftig im Bereich höher qualifizierter Arbeit zu erwarten ist und etwa die Mitarbeiter:innen von Banken oder Versicherungen betreffen könnte, deren berufliche Tätigkeiten von einem hohen Routinegehalt geprägt sind. Vor diesem Hintergrund werden in der aktuellen wissenschaftlichen Literatur steuerpolitische Instrumente und die Stärkung sogenannter „guter Jobs“ als mögliche Handlungsoptionen gegen steigende Ungleichheit thematisiert.

III.5.1 Steuerpolitische Instrumente

Eine aktuelle Entwicklung verwendet Ansätze der **Optimalsteuertheorie**, um zu prüfen, ob mit Instrumenten der Besteuerung der Einsatz von Robotern und anderen Formen der Automatisierung abgebremst werden kann. Eine verwandte Frage ist, ob die Richtung des technischen Fortschritts hin etwa zu einem stärkeren Einsatz künstlicher Intelligenz aufgrund ihrer Verteilungswirkungen einer staatlichen Korrektur bedarf. Inwiefern sind diese Prozesse Treiber von Ungleichheit, die nicht nur im Nachhinein durch umverteilende Steuerpolitik korrigiert werden sollte, sondern auch schon bei ihrer Entstehung?

Auf dem Arbeitsmarkt trifft die Nachfrage der Firmen nach Beschäftigten mit bestimmten Qualifikationen auf ein heterogenes Arbeitsangebot. Kommt es nun zu einer Veränderung der Qualifikationsstruktur beim Arbeitsangebot, zum Beispiel weil mehr gut ausgebildete Personen auf den Arbeitsmarkt drängen, dann ergeben sich dadurch Auswirkungen auf die Verteilung der Arbeitseinkommen. Wenn es etwa mehr Hochqualifizierte gibt, reduziert dies deren Löhne und führt dazu, dass Firmen insgesamt die Beschäftigung Hoch-

qualifizierter ausdehnen. Dies erhöht in der Folge die Produktivität der Niedrigqualifizierten, sofern **Komplementaritäten** der unterschiedlichen Arbeitstypen vorliegen. Stiglitz (1982) zeigt, dass ein optimal umverteilendes Steuersystem sich diesen Mechanismus zunutze macht. Es schafft Anreize zur Ausweitung des Angebots an hochqualifizierter Arbeit, um auf diesem Weg eine Besserstellung der Niedrigqualifizierten zu erreichen.

Die Arbeiten zur optimalen Besteuerung von Robotern – siehe Costinaut und Werning (2020), Guerreiro et. al (2020), Löbbing (2020) oder Thümmel (2020) – gehen von der Beobachtung aus, dass sich die **Produktivität der Hochqualifizierten stärker erhöht als die Produktivität der Niedrigqualifizierten**, eine Entwicklung, die „*skill-biased technical change*“ genannt wird. Eine optimal umverteilende Steuerpolitik hat zum Ziel, den Einsatz dieser Technologie zu bremsen, weil sie die Ungleichheit der Arbeitseinkommen erhöht. Es ergibt sich dabei ein Konflikt zwischen Effizienz- und Verteilungszielen. Dem Wunsch, die Ungleichheit zu reduzieren, steht gegenüber, dass die höhere Produktivität es erlaubt, Güter und Dienstleistungen mit geringerem Arbeitseinsatz zu produzieren. Wie stark der Einsatz von Technologien mit einem skill-bias gebremst werden sollte, ist daher abhängig von einem Werturteil, nämlich dem **Gewicht, das dem Verteilungsziel zugemessen** wird. Je höher die Ungleichheitsaversion, desto höher die Steuer auf den Einsatz von Robotern.¹⁶

Eine solche Politik, die auf die Steuerung des Einsatzes von Technologien in Unternehmen zielt, steht im Widerspruch zur Idee, dass der Staat die Marktkräfte zunächst wirken lässt und dann die erzielten Markteinkommen durch das Steuer- und Transfersystem korrigiert. Das Prinzip, **Effizienz in der Produktion zu wahren** – siehe Diamond und Mirrlees

(1971) –, **ist damit verletzt**. Stattdessen wird die Arbeits- und Kapitalnachfrage der Unternehmen durch die Politik korrigiert.

Die zentrale Botschaft dieser Literatur ist, dass der technologische Fortschritt in Form von Automatisierung und künstlicher Intelligenz die **bestehende Einkommensungleichheit verstärken** kann und dass daher **wirtschaftspolitische Eingriffe begründet werden können**, die darauf abzielen, Beschäftigung, Entlohnung und Produktivität im Bereich der niedrigen und mittleren Einkommen zu fördern.

III.5.2 Gute Jobs als Staatsaufgabe?

Ein weiterer aktueller Ansatz stellt in den Mittelpunkt, dass es Aufgabe des Staates sein könnte, dafür zu sorgen, dass eine **ausreichende Zahl „guter Jobs“** entsteht. Es geht hierbei um Arbeitsplätze, die ein sicheres Einkommen im mittleren Einkommensbereich bieten und damit einhergehend die Chance auf soziale und politische Teilhabe. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass die klassischen Instrumente des Wohlfahrtsstaates – nämlich einerseits Prädistribution, die Verbesserung der Chancen zur Einkommenserzielung durch ein öffentliches Bildungssystem, sowie andererseits Redistribution der erzielten Einkommen durch ein progressives Steuer- und Transfersystem – die Ausweitung prekärer Beschäftigungsverhältnisse nicht haben begrenzen können. Zudem sind Berufe mit hohem Routinegehalt, die durch die digitale Transformation besonders unter Druck geraten, im mittleren Einkommenssegment überrepräsentiert, so dass sich in der **Mittelschicht starke Abstiegsängste** breitmachen können. Eindrücklich wurde dies in viel beachteten Reportagen beschrieben, die den Niedergang der amerikanischen Mittelschicht aufzeigen und als Quelle zunehmender politischer Polarisierung identifizieren (Packer 2013; Hochschild

16 Der Einsatz von Robotern kann auch indirekt abgebremst werden, wenn technischer Fortschritt endogen ist, vgl. hierzu Löbbing (2020).

2016; Vance 2017). Eribon (2016) dokumentiert vergleichbare Entwicklungen in Frankreich.

Nach Blanchard und Rodrik (2021, Kapitel 1) und Rodrik und Stantcheva (2021a,b,c) lassen sich wirtschaftspolitische Maßnahmen in zwei Dimensionen unterscheiden: erstens hinsichtlich der Frage, ob sie dem Produktionsprozess vor- oder nachgelagert sind oder auf diesen direkt einwirken, und zweitens, ob sie vor allem die Bezieher:innen niedriger Einkommen, mittlerer Einkommen oder hoher Einkommen betreffen. Die staatliche Bildungspolitik etwa ist dem Produktionsprozess vorgelagert, die Steuerpolitik ist nachgelagert. Neben diesen klassischen wohlfahrtsstaatlich orientierten Politikbereichen steht das direkte politische Einwirken auf Produktion, Beschäftigung und Entlohnung etwa durch Strukturpolitik, Mittelstandsförderung oder Mindestlohngesetzgebung.

Vor diesem Hintergrund wird argumentiert, dass eine besondere Aufgabe des Staates darin bestehe, für das Entstehen einer ausreichend hohen Zahl von Jobs zu sorgen, die einen mittleren Lebensstandard garantieren und Sicherheit, soziale Teilhabe und Aufstiegsmöglichkeiten bieten (Rodrik und Sabel 2021; Rodrik und Stantcheva 2021a,b,c).

Es wird von einem **Marktversagen** gesprochen, wenn derartige Jobs nicht in ausreichender Zahl entstehen (Rodrik und Sabel 2021). Ein Großteil der in diesem Rahmen aufgeführten Politikempfehlungen zur Beschäftigungssicherung und zur Förderung von Unternehmensgründungen (Rodrik und Stantcheva 2021a,b,c) ist in Deutschland allerdings bereits verwirklicht, so etwa in der Bildungs-, Arbeitsmarkt- oder Regionalpolitik. Andere Aspekte sind diskussionswürdig und werden in Abschnitt IV.3. dieses Gutachtens vertieft.

Eine verwandte Frage besteht darin, wie sich technischer Fortschritt im Bereich der KI auf die Beschäftigung auswirkt. So sind stark **arbeitssparende Formen** vorstellbar, aber genauso arbeitsstiftende Formen, bei denen neue Geschäftsfelder erschlossen und damit neue Beschäftigungsmöglichkeiten geschaffen werden.¹⁷ Es wird argumentiert, dass unregulierte Märkte aktuell dazu tendieren, zu viel Innovation der ersten Kategorie zu erzeugen (Acemoglu 2021; Acemoglu et al. 2021). Die Folge sei ein Unterangebot von „guten Jobs“ mit entsprechend problematischen gesellschaftlichen Konsequenzen. Die Wirtschaftspolitik sei angehalten, durch entsprechende Regulierung dafür zu sorgen, dass **Innovationen einen stärker arbeitsanreichernden Charakter** bekämen. Dabei steht die Diskussion, durch welche konkreten wirtschaftspolitischen Instrumente dieses Ziel erreicht werden könnte, allerdings noch am Anfang (vgl. Abschnitt IV.3.).

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob eine unzureichende Zahl guter Jobs als ein Hinweis auf ein **Marktversagen** zu deuten ist. Von Marktversagen wird typischerweise gesprochen, wenn kompetitive Märkte zu ineffizienten Ergebnissen führen. Marktergebnisse lassen sich dann prinzipiell so verbessern, dass es keine Verlierer:innen gibt. Die konzeptionelle Einordnung als Marktversagen und die daraus resultierenden konkreten wirtschaftspolitischen Handlungsempfehlungen sind dabei von der entstehenden Literatur der „*good jobs economy*“ bislang noch nicht ausreichend begründet worden.

Die zuvor diskutierte Literatur zur optimalen Besteuerung von Robotern legt eine andere und sinnvollere Einordnung nahe. Sie stellt den **Konflikt zwischen Effizienz- und Verteilungszielen** in den Mittelpunkt. Wenn die Verteilungswirkungen – in diesem Fall in Bezug auf die Mittelschicht – dabei

17 Als Beispiel für den ersten Fall werden automatisierte Supermarktkassen genannt, die zwar menschliche Arbeitskraft einsparen, aber das Einkaufserlebnis aus Sicht der Kund:innen nicht unbedingt verbessern. Der zweite Fall läge vor, wenn KI dazu genutzt würde, das Leistungsspektrum der Supermärkte – etwa durch individualisierte Angebote und persönliche Beratung – zu erweitern und dadurch neue Beschäftigungsmöglichkeiten zu schaffen.

ein hohes Gewicht bekommen und Maßnahmen zur Redistribution nicht ausreichen, liefert dies Gründe für Eingriffe zum Schutz „guter Jobs“. Allerdings ergeben sich aus dieser Literatur aus Sicht des Beirats derzeit noch keine unmittelbaren Empfehlungen für die deutsche Wirtschaftspolitik (vgl. Abschnitt IV.3.).

IV. Wirtschaftspolitische Handlungsempfehlungen



In der Vergangenheit hat der deutsche Arbeitsmarkt große Strukturbrüche durch neue Technologien gut gemeistert (vgl. Abschnitt II.2.). Es besteht aber die Befürchtung, dass die weitere digitale Transformation zu stärkerem Mismatch am Arbeitsmarkt, disruptiveren Beschäftigungs- und problematischeren Verteilungseffekten führen könnte. Hierfür sprechen drei Gründe:

- a. Die Geschwindigkeit des Wandels ist größer, weil die beschriebenen Technologien potentiell breitere Einsatzgebiete haben. Somit könnten die **Substitutionseffekte profunder** sein, insbesondere wenn der technische Fortschritt in eine Richtung verläuft, die dem beschriebenen Ziel einer Förderung produktiver Beschäftigungsverhältnisse („guter Jobs“) entgegensteht.
- b. Viele Anwendungsbereiche und Substitutionspotentiale liegen zukünftig im Dienstleistungssektor (z. B. Banken, Versicherungen, Logistik und Verkehr). Im Vergleich zum Industriesektor ist der Faktor Arbeit in diesen Branchen schwächer organisiert. Die **Suche nach unternehmensinternen Lösungen** zur Beschäftigungssicherung könnte deshalb schwächer ausgeprägt sein.
- c. Deutsche Unternehmen sind bei vielen neuen digitalen Technologien nicht in der Rolle der globalen Branchenführer (vgl. BMWK Beirat 2021). Somit besteht die Befürchtung, dass **beschäftigungsfördernde Effekte der Technologieerzeugung und -nutzung maßgeblich außerhalb Deutschlands** stattfinden könnten.

Ob solche pessimistischen Szenarien tatsächlich eintreten, ist heute noch nicht absehbar. Trotzdem muss die Politik diese Gefahren beachten und bereits heute proaktive wirtschaftspolitische Strategien entwickeln, damit die digitale Transformation in der Breite zu positiven gesellschaftlichen Entwicklungen führen kann.

Aus Sicht des Beirats ergeben sich daraus Handlungsempfehlungen für die Wirtschaftspolitik in **drei wesentlichen Handlungsfeldern**:

- die Stärkung der Marktposition deutscher Unternehmen in der Erzeugung und Nutzung der neuen digitalen Technologien (Abschnitt IV.1.),
- eine Strategie zur Stärkung und Integration von Aus- und Weiterbildung (IV.2.),
- eine Ausgestaltung der Wirtschaftspolitik zur Stärkung produktiver Beschäftigungsverhältnisse und dadurch gegen den Anstieg der Ungleichheit (IV.3.).

IV.1 Digitaler Aufholprozess in einem Umfeld des Wandels

IV.1.1 Von Forschungsexzellenz zu Wohlfahrtsgewinnen

Zahlreiche Bestandsaufnahmen deuten darauf hin, dass Deutschland in weiten Bereichen digitaler Technologien, vor allem in der künstlichen Intelligenz (KI), zwar in der Forschung relativ gut positioniert ist, dass es aber bisher noch nicht gelungen ist, diese Stärken in Wertschöpfung und Lösungsansätze für gesellschaftliche Probleme umzusetzen (SVR 2021; EFI 2019, 2021). Dementsprechend nimmt die Stärkung des Transfers von Grundlagen- und angewandter Forschung in die wirtschaftliche und gesellschaftliche Anwendung im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung zu Recht eine prominente Rolle ein.

Es erscheint dringend geboten, weiterhin die **Stärkung der Institutionen des Technologietransfers** und die **Unterstützung von Entrepreneurship** an Hochschulen voranzutreiben. Zudem sollte **Wagniskapital im erforderlichen Umfang staatlich gefördert** werden, um den Übergang von Pilotentwicklungen zu marktfähigen Systemen voranzubringen.

Der Beirat empfiehlt hierbei, wie bereits in früheren Stellungnahmen, vor allem die Anreize privater Investoren zu stärken, um letztlich eine sich selbst tragende Wagniskapitalbranche in Deutschland und Europa zu etablieren.¹⁸ Dies ist in den letzten zwei Jahren zunehmend gelungen (vgl. EY 2022), im internationalen Vergleich aber noch deutlich ausbaufähig.

Im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) lassen sich, wie oben bereits angedeutet, grob **drei Gruppen von KI-Systemen** unterscheiden, die zur Hebung ihrer wirtschaftlichen Potentiale jeweils spezifische Anforderungen an die Wirtschaftspolitik stellen. Die **Förderung und Regulierung dieser Technologien** erfordert dabei unterschiedliche Ansätze.

Die erste und klassische Form der KI ermöglicht die Errichtung leistungsfähiger Systeme, deren Bereitstellung auf großen Datenmengen und Cloud-Infrastrukturen basiert. In diesen Bereichen haben europäische Länder, inkl. Deutschland, bisher keine besonderen Wettbewerbsstärken aufbauen können.

Deutschland kann im Bereich der Produktion von Gütern und im Dienstleistungssektor aber sehr wohl auf entsprechende Datenmengen zurückgreifen. Allerdings muss deren **kooperative Nutzung über Unternehmensgrenzen hinweg** entweder durch Zusammenführen von Daten oder durch alternative technische Mittel (z. B. föderierte Analyseverfahren, bei denen getrennt gespeicherte Daten auch ohne Zusammenführung gemeinsam analysiert werden können) sichergestellt werden. Projekte des BMWK zur Bereitstellung **europäischer Cloud-Strukturen wie Gaia-X** können dabei eine wichtige Rolle spielen. Auch hier ist zu bedenken, dass die Organisation solcher Strukturen nicht in

der Kernkompetenz von Ministerien liegt. Der Staat sollte hier mit privaten Partnern zusammenarbeiten, die die notwendige Projekt- und Managementkompetenz mitbringen. Der Regulierungsbedarf in dieser ersten Gruppe von technischen Lösungen ist erheblich (vgl. unten).¹⁹

Jüngere Forschungsansätze bewegen sich derzeit von den bislang dominierenden „datenhungrigen“ hin zu **hybriden Formen der KI**, bei denen u. a. die Verringerung der für das Lernen erforderlichen Datenmengen zentral ist. Eine zweite Gruppe von KI-Lösungen ist vergleichsweise unspektakulär und wird in der Form neuer Softwaresysteme sichtbar, in denen (vortrainierte) Machine-Learning-Algorithmen enthalten sind. So erfolgt die mit Hilfe von KI automatisierte Bearbeitung von Versicherungsansprüchen in vielen Fällen über unternehmenseigene Lösungen, die auf vortrainierten Systemen aufsetzen. Die Abhängigkeit von US-amerikanischen Gatekeeper-Unternehmen ist in diesem Bereich deutlich geringer als im erstgenannten. Unternehmensspezifische Lösungen werden vermehrt von spezialisierten Anbietern aus Europa in den Markt gebracht.

Im Aufholprozess stellt eine **innovationsoffene staatliche Beschaffung** eine besonders wichtige Maßnahme dar, da Systeme dieser Art bei der digitalen Transformation der öffentlichen Verwaltung eine große Rolle spielen werden.²⁰

Eine dritte Gruppe von Systemen sieht ein enges **Zusammenwirken von Mensch und Maschine** vor. Relativ gut erforscht und in Produktionsprozessen eingeführt sind dabei Systeme, bei denen Industrieroboter mit Montagepersonal „zusammenarbeiten“.

18 Siehe hierzu BMWK Beirat (1997, 2007).

19 Der Erfolg europäischer Projekte wird in Frage gestellt, wenn selbst staatliche Entscheidungsträger:innen in Deutschland US-amerikanische Gatekeeper-Unternehmen auch dann bevorzugen, wenn leistungsfähige Systeme europäischer Provenienz (z. B. aus dem Open-Source-Bereich) verfügbar sind. Die Kompetenz der öffentlichen Verwaltungen in der Beurteilung technischer Möglichkeiten ist daher zu stärken.

20 Vgl. Gutachten des Wiss. Beirats beim BMWK (2021).

In einer Vielzahl von anderen Bereichen sind bereits etliche Pilotvorhaben zur Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) durchgeführt worden; hier sind aber weitere Forschungsarbeiten zu leisten, bevor von erprobten Modellen der Arbeitsorganisation gesprochen werden kann.²¹ Laut acatech (2016) verfügt Deutschland über eine gute Ausgangsposition, die es ermöglichen sollte, an den globalen Entwicklungen im Bereich MMI erfolgreich teilzuhaben.

Aber hier tritt ebenfalls eine Transferlücke auf. Die Bildung neuer Wertschöpfungspotenziale auf der Basis von KI und Robotik erfordert eine intensive Zusammenarbeit von Forschung, Wirtschaft und öffentlichen Einrichtungen. Die Komplexität dieser Interaktion lässt sich am Beispiel der Pflegerobotik verdeutlichen (vgl. Kasten 1).

Kasten 1 – Technologieentwicklung, „Lernende Regulierung“ und Berufliche Bildung am Beispiel der Pflegerobotik

Der Einsatz von Robotik, Mechatronik und Informationstechnik, hier insbesondere von Maschinellem Intelligenz, im Bereich der Alterswissenschaft (Gerontologie) und der Alterskrankheiten (Geriatric) sowie in der präventiven, ambulanten und stationären Pflege älterer Menschen wird oft als **Geriatronik** (engl. Geriatrics) bezeichnet.

Durch die steigende Lebenserwartung wächst die Zahl älterer Menschen, die aufgrund körperlicher Einschränkungen ihren Alltag nur beschwerlich meistern und oft entgegen ihren Wünschen nicht mehr in den eigenen vier Wänden leben können. **Intelligente Robotik** kann mit den jetzt erstmalig verfügbaren Technologien einen wichtigen Baustein für die individuelle Betreuung zu Hause oder unterstützend in entsprechenden Pflegeeinrichtungen liefern. Dementsprechend stellen diese Systeme und Dienstleistungen ein **erhebliches Wertschöpfungspotenzial** dar. Eine teilweise Automatisierung kann zudem dem Fachkräftemangel entgegenwirken, der sich gerade im Pflegebereich verstärken dürfte.

Der Einsatz von Assistenzrobotern wirft eine **Vielzahl weitgehend ungeklärter rechtlich-ethischer Fragestellungen** auf. Diese betreffen nicht nur das Datenschutz-, IT-Sicherheits- und Haftungsrecht, sondern auch die grundlegende Frage nach der Autonomie. Assistenzroboter können die persönliche Autonomie stärken. Gleichzeitig besteht aber die Gefahr der Bevormundung, je eigenständiger das System agiert und je weiter die Souveränität des Betroffenen dadurch Einschränkungen erfährt. Besonders wichtig sind dabei die Erklärbarkeit (*explainability*) maschinellen Verhaltens als Grundvoraussetzung menschlicher Souveränität und die Befriedigung des Bedürfnisses nach menschlicher Zuwendung.

21 So steckt die verhaltensökonomische Forschung zur Interaktion von Menschen und Maschinen derzeit noch in den Kinderschuhen (vgl. Chugunova und Sele 2020; Engel und Grgic-Hlaca 2021); deren Verständnis ist für die Planung solcher Systeme aber von großer Bedeutung.

Idealerweise sollten **Technikentwicklung**, der Aufbau neuer Ausbildungsgänge und die Regulierung der Systeme unter Partizipation verschiedener Akteure (Pflegeeinrichtungen, Pflegeaus- und -weiterbildung, technologische Forschung, Innovation, staatliche Beschaffung, Regulierung) **in möglichst enger Kooperation** erfolgen. Ein Beispiel hierfür stellt das Anwender- und Forschungszentrum „Geriatronik“ der TU München in Garmisch-Partenkirchen dar.²² Um definierte End- und Übergabepunkte zwischen Forschung, Anwender:innen und Regulierer:innen zu schaffen, wird bereits an der Entwicklung von Referenzsystemen und Referenzumgebungen gearbeitet. Letztlich müssen auch Bewertungssysteme für die Zertifizierung der Systeme bereitgestellt werden, um transparenten Wettbewerb zwischen den Anbietern zu ermöglichen („Geriatronik-TÜV“).

Auch die Herausforderungen bei der Entwicklung der erforderlichen beruflichen Fähigkeiten (vgl. Abschnitt IV.2.) lassen sich am Beispiel der Pflege gut nachweisen. Als Orientierungshilfe zur Umsetzung der Ausbildung nach dem Pflegeberufegesetz und der Pflegeberufe-Ausbildungs- und Prüfungsverordnung gibt der Bund einen Rahmenlehrplan und einen Rahmenausbildungsplan vor. Diese Pläne haben Empfehlungscharakter für die Lehrpläne der Länder und die schulinternen Curricula der Pflegeschulen. Zur Erstellung der Rahmenpläne durch den Bund wurde im November 2018 eine Fachkommission eingesetzt. Die von der Kommission erarbeiteten Rahmenpläne enthalten konkrete Vorschläge für die inhaltliche Ausgestaltung der neuen beruflichen Pflegeausbildungen. Sie werden den Pflegeschulen und den Trägern der praktischen Ausbildung kostenfrei zur Verfügung gestellt. Die Rahmenpläne werden mindestens alle fünf Jahre auf ihre Aktualität geprüft und gegebenenfalls angepasst. Die Länder können dann unter Beachtung der Vorgaben einen verbindlichen Lehrplan als Grundlage für die Erstellung der schulinternen Curricula der Pflegeschulen erlassen. Die Prüfung der dann durch die Pflegeschulen erstellten Curricula ist allerdings – aufgrund der Länderkompetenz im Bereich der Bildung – von Bundesland zu Bundesland verschieden. In Bayern geht dieser Weg über die Bezirke. Die Pflegeschulen, die die entsprechenden Curricula erstellen, lassen diese von den zuständigen Bezirksregierungen (z. B. von der Regierung Oberbayern) genehmigen.

Die Beschreibung zeigt am Beispiel der Geriatrik auf, dass die Entwicklung neuer technischer Systeme auf der Grundlage von KI und Robotik in wichtigen Bereichen eine **enge Zusammenarbeit privater und öffentlicher Akteure** voraussetzt. Regulierung kann in solchen Systemen nicht ex ante

und erst recht nicht ex cathedra erfolgen, sondern muss als **„lernende Regulierung“** geplant werden. Ähnliches gilt für die Schaffung der Curricula für die Berufliche Bildung und die Schaffung neuer Studiengänge an Hochschulen (vgl. Abschnitt IV.2.).

22 Vgl. <https://geriatronics.mirmi.tum.de/> (letzter Abruf am 21.02.2022).

IV.1.2 Ein institutioneller Rahmen für die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine

Die Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) ist bislang noch **unzureichend reguliert**. Hierbei geht es nicht nur um Abwehr (z. B. mit der Hilfe des Datenschutzes), sondern auch um die Entlohnung von werthaltigen Beiträgen. An solchen besteht vor allem dann ein gesellschaftliches Interesse, wenn die Leistungsfähigkeit von Algorithmen nicht-linear mit der Menge und der Qualität der Daten steigt, die sie nutzen können. Ein anschauliches Beispiel ist die Umwandlung gesprochener Sprache in geschriebenen Text. Gesprochene Sprache ist reich und heterogen. Der Algorithmus muss die Varianten des gesprochenen Worts somit erkennen und von störenden Geräuschen unterscheiden. An sich kann ein Algorithmus dabei von individuellen Nutzer:innen lernen. Dann kommt das Lernergebnis aber ausschließlich diesen Nutzer:innen zugute. Weitaus besser und schneller lernt ein Algorithmus, wenn Zugriff auf die Daten vieler (möglichst aller) Nutzer:innen der Software möglich ist, um hierdurch Sprachvergleiche durchführen zu können. Bei der **Spracherkennungssoftware** von *Apple* ist dies der Fall. Die Sprachmuster werden in der Cloud verarbeitet und die Reaktion der Nutzer:innen auf die Textvorschläge wird protokolliert. Hierdurch kann der Algorithmus seine Qualität im Zeitablauf verbessern. Konzeptionell geht es somit um Netzexternalitäten (Katz und Shapiro 1985).

Das Gut wird umso wertvoller, je intensiver es genutzt wird. Das Beispiel wirft eine Reihe von wettbewerbsrechtlichen Fragen auf. So „verschenkt“ *Apple* zwar die Spracherkennung durch die Möglichkeit zur kostenlosen Nutzung, erschwert zugleich aber durch technische Vorgaben die Verwendung alternativer Angebote. Dies könnte einen Missbrauch der dominanten Stellung auf dem Markt für Hardware und Betriebssysteme darstellen. Das Beispiel berührt aber eine noch grundsätzlichere institutionelle Frage: Nutzer:innen von *Apples* Spracherkennung leisten mit jedem Gebrauch einen werthaltigen Beitrag zu ihrer Verbesserung. Bislang fehlen aber gut funktionierende Mechanismen für die Kompensation und Abrechnung dieser Leistungen. Das traditionelle Vertragsrecht ist hier überfordert.

In diesem Kontext ließe sich eine Reihe von Beispielen mit entsprechenden Problemkreisen aufführen. Exemplarisch genannt seien hier die rechtlichen Maßstäbe bei der Entscheidungsvorbereitung durch Algorithmen²³ oder die arbeitsrechtliche Behandlung sog. „*clickworker*“.²⁴ Im Zuge der digitalen Transformation werden sich viele weitere solcher Fragen stellen. Der Beirat empfiehlt der Bundesregierung, im Sinne der „lernenden Regulierung“ diese **vertrags- und arbeitsrechtliche Diskussion** zu führen, die für die Realisierung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Potentiale der MMI unerlässlich ist.

23 Folgendes Beispiel illustriert das Spannungsverhältnis: Es gibt Software, die der Personalabteilung vorschlägt, welche Bewerber:innen sie einladen soll. Letztlich entscheidet aber ein/eine Personalsachbearbeiter:in. Nehmen wir nun an, es ließe sich nachweisen, dass das Unternehmen eine bestimmte Software eingesetzt hat, die zum Nachteil bestimmter Personengruppen diskriminiert. Haftet das Unternehmen dann nach dem Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetz, selbst wenn die/der Sachbearbeiter:in im guten Glauben handelte und der Bias der Software zum Zeitpunkt der Nutzung noch nicht bekannt war?

24 „*Clickworker*“ sind aktiv in der Kuratierung von Daten, bei denen menschlicher Sachverstand und Kontextwissen vonnöten ist, z.B. zur Einordnung von Bildmaterial. Oftmals arbeiten „*clickworker*“ dabei auf verschiedenen Plattformen und gleichzeitig an mehreren Projekten. Rechtlich handelt es sich hierbei um einzelne Dienst- oder Werkverträge. Dies kann der sozialen und arbeitsrechtlichen Absicherung der Beschäftigten entgegenlaufen, aber ein klassischer Arbeitsvertrag würde möglicherweise aufgrund der Vielzahl an Auftraggeber:innen ebenfalls scheitern. Somit stellt sich die Frage nach der Ausgestaltung optimaler Arbeitsverträge für diese neuartigen Beschäftigungsformen.

IV.2 Ein integriertes System der Aus- und Weiterbildung

Ein wesentliches Element der wirtschaftspolitischen Antwort auf die Herausforderungen des beschleunigten Strukturwandels wird eine umfassende Strategie der **beruflichen Weiterbildung** sein müssen. Der technologische Wandel in den Produktionsprozessen bedeutet, dass die Nachfrage nach bestimmten Qualifikationen, Fähigkeiten und Fertigkeiten am Arbeitsmarkt wegbricht. Arbeitnehmer:innen, die diese Qualifikationen in ihrer Ausbildung erworben haben, müssen dieses Humankapital „abschreiben“. Für die betroffenen Arbeitnehmer:innen kann dies den Schritt in geringqualifizierte Arbeit oder das Ausscheiden aus dem Arbeitsmarkt bedeuten. Aufgrund der demografischen Entwicklung und des Fachkräftemangels werden in Zukunft zwar neue Beschäftigte an anderen Stellen dringend benötigt. Aber um die sich eröffnenden Chancen ergreifen zu können, müssen die betroffenen Arbeitnehmer:innen die dort benötigten Qualifikationen, Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben. Ziel muss es dabei sein, die Menschen in die Lage zu versetzen, von den Chancen des andauernden wirtschaftlichen Strukturwandels zu profitieren.

Dieser Strukturwandel kann mehrere Ursachen haben. In der Vergangenheit war er oftmals durch verstärkte Handelsintegration (Globalisierung) induziert. Aktuell spielt Strukturwandel im Rahmen der Dekarbonisierung eine große Rolle, also der Wegfall von emissionsintensiven und der Wandel hin zu klimaneutralen Geschäftsmodellen. In diesem Gutachten steht der Strukturwandel im Vordergrund, der durch die digitale Transformation bedingt wird. Unabhängig von der Triebfeder werden Weiterbildung und Umschulung aber oftmals als **Königsweg im Umgang mit dem Strukturwandel** gesehen, insbesondere um das Problem des Mismatches am Arbeitsmarkt zu vermeiden.

Je nach Qualität der jeweiligen Aspekte des Strukturwandels geht es dabei um **drei verschiedene Arten von zu erwerbenden Qualifikationen**: (1) Fortbildung in neuen Fertigkeiten innerhalb des bisherigen Berufs, wie z.B. die Nutzung einer neuen Software; (2) Vermittlung neuer allgemeiner Fertigkeiten, die nicht nur in dem bisherigen Beruf Verwendung finden, wie z.B. allgemeine Computerkurse; oder (3) die Umschulung in neue Berufsfelder. Eine wichtige Voraussetzung für alle drei Arten der Weiterbildung besteht darin, dass die Arbeitnehmer:innen in der Lage und willens sind, ein Leben lang weiter zu lernen, um ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten ständig weiterzuentwickeln und an die geänderten Nachfragebedingungen anzupassen.

Eine wesentliche Erkenntnis der klassischen Humankapitaltheorie ist, dass die Anreize für Investitionen in die drei genannten Arten der Weiterbildung sehr unterschiedlich verteilt sind: Je spezifischer die zu erwerbenden Fähigkeiten für die Nutzung in dem jeweiligen Unternehmen sind, desto größer sind die Anreize der Unternehmen, diese zu finanzieren (Becker 1964). Bei Qualifikationen, die besonders stark in anderen Unternehmen verwendet werden können, hat eher die/der Arbeitnehmer:in selbst als das bisherige Unternehmen einen Anreiz zur Weiterbildung. Allerdings liegt es auch an den Rahmenbedingungen des Marktes, inwieweit die Arbeitnehmer:in ein **starkes und glaubhaftes Signal für den Erwerb der neuen Kompetenzen** erlangen kann, das sie/er an die andere Marktseite senden kann. Je nach Anreizlage ist dementsprechend auch die Finanzierungsbereitschaft der jeweiligen Marktseite für die unterschiedlichen Arten der Weiterbildung unterschiedlich stark ausgeprägt. Dementsprechend müssen auch die jeweiligen staatlichen Handlungsoptionen und -notwendigkeiten und wirtschaftspolitischen Antworten unterschiedlich ausfallen.

IV.2.1 Betriebliche Weiterbildung

Qualifizierungsanforderungen, die im Rahmen der betrieblichen **Weiterbildung „on the job“** erworben werden können, liegen zumeist im Interesse der jeweiligen Firmen. Die Erfahrungen im Zuge der Roboterisierung der deutschen Industrie haben gezeigt, dass die notwendigen Anpassungen an den Strukturwandel vielfach dadurch erreicht werden konnten, dass Mitarbeiter:innen innerhalb des jeweiligen Unternehmens in Tätigkeiten mit höheren Qualifizierungsprofilen wechseln konnten (Dauth et al. 2021).²⁵ Die neuen Tätigkeiten verlangten zumeist abstraktere und weniger routinemäßige Tätigkeitsprofile.

Zum Teil werden Elemente der **betrieblichen Weiterbildungsstrategien in den entsprechenden Tarifverträgen** geregelt. Beispielsweise haben sich die Tarifparteien der Metall- und Elektroindustrie in einigen Regionen darauf verständigt, für alle Beschäftigten einen individuellen Anspruch auf Qualifizierungsmaßnahmen festzuschreiben. Auf der Basis von einforderbaren Personalgesprächen werden Qualifizierungsbedarfe definiert, die bei Qualifizierungen aus betrieblichen Gründen eine Kostenübernahme durch die/den Arbeitgeber:in und bei Qualifizierungen aus persönlichen Gründen einen Anspruch auf Wiedereinstellung auf mindestens vergleichbarer Stelle sowie zum Teil Möglichkeiten der Bildungsteilzeit vorsehen. Bei der Weiterbildung für Tätigkeiten innerhalb des bisherigen Betriebs ist die Notwendigkeit staatlicher Eingriffe aufgrund der Interessenlage und der Koordinierungsmöglichkeiten der Tarifparteien begrenzt. Allerdings gibt es bei diesem Thema zumindest in **zweierlei Hinsicht weiteren Handlungsbedarf**. Erstens ist die Weiterbildungsbeteiligung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) deutlich gerin-

ger ausgeprägt als in größeren Unternehmen. Während praktisch alle größeren Unternehmen Weiterbildungsaktivitäten unterstützen, sind es unter den kleinen Unternehmen weniger als die Hälfte (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020). Hier greifen viele der angesprochenen Mechanismen nicht. Zweitens spricht einiges dafür, dass die bislang in der deutschen Industrie wirksamen Mechanismen für die künftigen Entwicklungen der digitalen Transformation weniger stark zum Tragen kommen könnten. In vielen stark betroffenen Dienstleistungssektoren haben die Unternehmen häufig weniger Mitarbeiter:innen und der Organisationsgrad der Arbeitnehmer:innen ist weniger stark ausgeprägt, was die Suche nach unternehmensinternen Lösungen einschränken könnte.

Um die Möglichkeit der betrieblichen Weiterbildung flächendeckend zu realisieren, könnte die Politik einen **Rechtsanspruch auf Weiterbildung** einführen. Hier sind vielfältige Ausgestaltungsmöglichkeiten denkbar. So könnten Unternehmen verpflichtet werden, ihren Arbeitnehmer:innen einen Katalog von aus Unternehmenssicht förderlichen Weiterbildungsangeboten vorzulegen, aus denen die Arbeitnehmer:innen wählen dürfen. Für eine bestimmte Anzahl an Tagen pro Jahr hätten die Arbeitnehmer:innen einen Anspruch auf Weiterbildung aus dem jeweiligen Katalog. Auf diesem Wege ließe sich dem Ziel näherkommen, alle Arbeitnehmer:innen dauerhaft in Prozesse des lebenslangen Lernens einzubinden, damit niemand das Lernen verlernt. Allerdings kann diese Regelung auch zu ineffizienten Weiterbildungsaktivitäten und Umgehungstatbeständen führen. Zudem führt sie zu einer Kostenbelastung bei den Arbeitgeber:innen. Hier kann der Staat kleine und mittlere Unternehmen unterstützen.

25 Für allgemeine Belege für positive Einkommens- und Beschäftigungseffekte von berufsbezogener Weiterbildung siehe etwa Leuven (2005), Bassanini et al. (2007), De Grip und Saueremann (2012) und Ruhose et al. (2019).

IV.2.2 Nationale Weiterbildungsstrategie

Viele der angesprochenen Entwicklungen sind in den vergangenen Jahren deutlich ins Bewusstsein der Politik gerückt. Die 2019 beschlossene **Nationale Weiterbildungsstrategie** soll die Anstrengungen für Weiterbildung und Qualifizierung von Bund, Ländern, Sozialpartnern und Bundesagentur für Arbeit bündeln und weiterentwickeln, mit einem expliziten Fokus auf die Unterstützung von KMU (BMAS und BMBF 2019). Konkrete Maßnahmen wurden im Rahmen verschiedener Gesetzesinitiativen verfolgt, insbesondere dem Qualifizierungschancengesetz, dem Arbeit-von-morgen-Gesetz (Gesetz zur Förderung der beruflichen Weiterbildung im Strukturwandel und zur Weiterentwicklung der Ausbildungsförderung), dem Beschäftigungssicherungsgesetz und Novellen des Aufstiegsfortbildungsförderungsgesetzes und des Berufsbildungsgesetzes (BMAS und BMBF 2021).

In vielen Bereichen bleibt die Nationale Weiterbildungsstrategie allerdings vage. Es geht vorrangig darum, bestehende „Weiterbildungsangebote und Fördermöglichkeiten ... transparenter und leichter zugänglich [zu] machen“ (BMAS und BMBF 2019, S. 2). Dementsprechend ist angemerkt worden, dass es an einem Gesamtkonzept mangle und die vorgeschlagenen Maßnahmen nicht ausreichen (Heinrich-Böll-Stiftung und Bertelsmann-Stiftung 2020; SVR 2021, Ziff. 300-312).²⁶ Die Notwendigkeit einer systematischeren Herangehensweise mit einer **kohärenteren Gestaltung des Weiterbildungssystems** wird auch in dem (von BMAS und BMBF beauftragten) OECD-Länderbericht zur beruflichen Weiterbildung in Deutschland hervorgehoben, der insbesondere auf die überaus komplexen Gover-

nance-Strukturen und finanziellen Anreizstrukturen und die ausgesprochen geringe Weiterbildungsbeteiligung Geringqualifizierter in Deutschland hinweist (OECD 2021). Der Beirat schließt sich der Sicht an, dass es in diesem Bereich noch deutlichen **Bedarf an Weiterentwicklung und insbesondere an Vereinfachung** gibt, um die Bekanntheit und damit Inanspruchnahme der Weiterbildungsförderung zu stärken.

IV.2.3 Weiterbildung als Element der aktiven Arbeitsmarktpolitik bei Arbeitslosigkeit

Die größte Herausforderung und wichtigste Aufgabe für die Politik besteht allerdings in denjenigen Qualifizierungsbereichen, in denen aufgrund des Strukturwandels eine **Umschulung in neue Berufsfelder notwendig** wird, da in diesem Fall die Unterstützungsanreize der bisherigen Arbeitgeber:innen gering sind. Im bestehenden System ist diese Thematik vor allem bei den Fördermaßnahmen zur beruflichen Weiterbildung der Bundesagentur für Arbeit im Rahmen der aktiven Arbeitsmarktpolitik angesiedelt, die im Zuge der Nationalen Weiterbildungsstrategie in bestimmten Bereichen ausgebaut wurden (Deutscher Bundestag 2021). Aus der Evaluationsforschung ist bekannt, dass Weiterbildungsprogramme für Arbeitslose kurzfristig durchweg Lock-in-Effekte aufgrund ausgesetzten Suchverhaltens zeigen. Ob es langfristig zu positiven Beschäftigungs- und Einkommenseffekten kommt, hängt darüber hinaus stark von den jeweiligen wirtschaftlichen Bedingungen und institutionellen Merkmalen ab.²⁷ In praktischer Hinsicht scheint viel davon abzuhängen, ob ein klares Beschäftigungsziel der Weiterbildung erkennbar ist, was allerdings in vielen Fällen der Arbeitslosigkeit nicht gegeben ist.

26 Beispielsweise scheint die Ausweitung der Fördermöglichkeiten im Rahmen des Qualifizierungschancengesetzes keinen deutlichen Effekt auf die Teilnahme Beschäftigter an Weiterbildungsmaßnahmen gehabt zu haben.

27 Siehe Heckman et al. (1999), McCall et al. (2016) und Card et al. (2018) für ausführliche Überblicksartikel sowie Lechner et al. (2011), Osikominu (2013) oder Biewen et al. (2014) für ausgewählte deutsche Befunde.

Eine wesentliche Einschränkung der Maßnahmen der aktiven Arbeitsmarktpolitik besteht darin, dass sie erst bei Arbeitslosigkeit ansetzen, wenn das „Kind“ also bereits „in den Brunnen gefallen“ ist. Allerdings gibt es verschiedene Aspekte, die ein **proaktives Handeln**, bevor es zum Beschäftigungsverlust kommt, erschweren. Erstens können staatliche Fördermaßnahmen leicht zu Verdrängungseffekten unternehmensfinanzierter Weiterbildungsaktivitäten führen und werden in erster Linie von solchen Personengruppen in Anspruch genommen, die ohnehin schon in der Weiterbildung aktiv sind. Diese Befunde ergeben sich einheitlich für Gutscheinprogramme in der Schweiz (Schwerdt et al. 2012), Großbritannien (Abramovsky et al. 2011) und den Niederlanden (Hidalgo et al. 2014), die Gutscheine für Bildungsmaßnahmen in der erwachsenen Bevölkerung vergeben haben. Im Durchschnitt zeigten sich keine signifikanten Auswirkungen der Gutscheinprogramme auf Einkommen, Beschäftigung und spätere Bildung.²⁸ Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Personen mit niedrigem Bildungsstand am ehesten von den Weiterbildungsmaßnahmen profitieren, den Gutschein aber am seltensten nutzten.²⁹ Dementsprechend lassen die Befunde Zweifel daran aufkommen, dass eine nicht zielgerichtete staatliche Subventionierung von Weiterbildung wirksam ist. Bei Maßnahmen, die direkt bei den bisherigen Arbeitgeber:innen ansetzen, indem sie Ausbildungsanreize für beschäftigte Arbeitnehmer:innen setzen, gibt es allerdings durchaus Hinweise für positive Effekte auf eine Stabilisierung der beruflichen Laufbahn und eine Erhöhung der Arbeitsmarktbindung insbesondere bei älteren Arbeitnehmer:innen (McCall et al. 2016).

Zweitens ist es in der derzeitigen deutschen Weiterbildungslandschaft für Arbeitnehmer:innen, die ihren Arbeitsplatz durch Strukturwandel gefährdet sehen und sich in andere Berufsfelder umorientieren möchten, schwer, potentiellen neuen Arbeitgeber:innen glaubhaft zu signalisieren, dass sie die für das neue Berufsfeld benötigten Qualifikationen erworben haben. Im Gegensatz etwa zum Zertifikat einer dualen Berufsausbildung, das eine **klare Signalwirkung über die erlernten Kompetenzen** für alle Arbeitgeber:innen hat, hat das Zertifikat z. B. eines Computerkurses oder einer digitalen Weiterbildungsmaßnahme am weit zerfaserten Weiterbildungsmarkt für mögliche Arbeitgeber:innen nur einen geringen Signalwert, da Inhalte und Überprüfungen nicht klar sind. Eine wesentliche Erkenntnis der modernen Informationsökonomik besteht darin, dass Märkte nur unzureichend funktionieren, wenn Informationen etwa über mitgebrachte Fähigkeiten nur asymmetrisch auf einer Marktseite vorliegen und der anderen Marktseite nicht glaubhaft vermittelt werden können (z. B. Stiglitz 2000). Fehlende Rahmenbedingungen, die eine entsprechende Zertifizierung erworbener Fähigkeiten ermöglichen, sind entsprechend ein Grund dafür, dass es zu unzureichenden Weiterbildungsaktivitäten kommt, die gerade für potentielle alternative Arbeitgeber:innen relevant sind.

28 Ebenso finden Görlitz und Tamm (2016) keine Einkommens- oder Beschäftigungseffekte der deutschen „Bildungsprämie“.

29 Generell zeigt sich, dass Beschäftigte, deren Arbeitsplätze aufgrund eines hohen Anteils an Routinetätigkeiten besonders stark durch digitalen Strukturwandel gefährdet sind, deutlich seltener an Weiterbildung teilnehmen (Heß et al. 2019).

IV.2.4 Etablierung eines an das duale Ausbildungssystem angelehnten Weiterbildungssystems mit signalstarken Zertifikaten

Insofern greifen die bisherigen Maßnahmen, die vielfach an einer Ausweitung der bestehenden Angebote ansetzen, bei der zentralen Fragestellung der Vermittlung von Qualifikationen für einen branchenübergreifenden Arbeitsplatzwechsel zu kurz. Es fehlt an Lösungsansätzen, die an einer Unzulänglichkeit des Systems selbst ansetzen: der **unzureichenden Zertifizierungsmöglichkeit von in der Weiterbildung erworbenen neuen Fähigkeiten** in Kombination mit geeigneten Strukturen zur **Identifizierung von zukünftigen Beschäftigungschancen und Weiterbildungszielen**.

Eine Möglichkeit bestünde darin, ein an **das duale Ausbildungssystem angelehntes Weiterbildungssystem** mit entsprechenden Zertifikaten zu etablieren. Ein solches echtes „System“ für lebenslanges Lernen müsste im Zusammenspiel der Stakeholder – Staat, Arbeitgebervertreter:innen und Arbeitnehmervertreter:innen – erst noch aufgebaut werden. Es sollte zudem Menschen im höheren Alter (ab ca. 35 Jahren) ermöglichen, ein neues signalstarkes Bildungszertifikat zu erlangen (siehe Leopoldina 2021).³⁰ Dazu müsste das duale Bildungsangebot in angepasster Form auf die Lernansprüche und -potenziale dieser Altersgruppe ausgerichtet sein. Die sich Weiterbildenden bringen viele praktische Erfahrungen mit, die Erstauszubildenden erst noch vermittelt werden müssen. Gleichzeitig hängt das Lernverhalten mit dem Alter zusammen. Insofern könnten die Weiterbildungen im Vergleich zur Erstausbildung verkürzt werden – etwa auf ein Jahr – und sollten modularisiert gestaltet werden, so dass beispielsweise einzelne Module, die einzelne sich

Weiterbildende bereits aus ihrer Erstausbildung mitbringen, anerkannt werden können.

In einem solchen System ließen sich die **Vorteile des dualen Ausbildungssystems auf die Weiterbildung übertragen**. Wie im Ausbildungssystem würden durch die Kombination von schulischer und betrieblicher Bildung theoretische mit praktischen Weiterbildungsinhalten verknüpft. Damit es zu der Umschulung kommt, müssten Unternehmen einen entsprechenden Weiterbildungsplatz für Bewerber:innen anbieten, die neu ins Unternehmen kommen. Durch die Einbeziehung der Unternehmen wird sichergestellt, dass die Weiterbildung nicht am Markt vorbei erfolgt. Letztlich haben weder einzelne Unternehmen noch staatliche Einrichtungen das Wissen darüber, in welchen Berufsfeldern in der Zukunft qualifizierte Arbeit nachgefragt werden wird. **Das beste Wissen über die Qualifikationsanforderungen** für nachhaltige Beschäftigungsmöglichkeiten wird letztlich erst durch das **Zusammenspiel der Marktkräfte** offengelegt. Dementsprechend warnt der Beirat vor Weiterbildungsansätzen, in denen die Politik versucht, zu fördernde Weiterbildungsbedarfe detailliert auf der Ebene von Berufsfeldern zu planen, da diese das dezentral verteilte Wissen nicht berücksichtigen. Zielführender erscheinen koordinierte Formate, bei denen alle Beteiligten ihre jeweiligen Perspektiven zu Markt- und Beschäftigungschancen einbringen, um hierdurch etwa auf der Ebene lokaler Arbeitsmärkte eine gemeinsame Transformationsstrategie mit entsprechenden Impulsen für die Weiterbildung zu entwickeln.

Die Abschlussprüfungen eines solchen Weiterbildungssystems würden wie im dualen Ausbildungssystem von den zuständigen Berufskammern durchgeführt. Dies stellt eine über die Betriebe hinweg

30 Konsistent mit dem Bedarf an Umschulung in der Mitte des Erwerbslebens ist gerade für die in den deutschsprachigen Ländern verbreitete duale Berufsausbildung gezeigt worden, dass sich die Vorteile einer berufsspezifischen Ausrichtung beim Übertritt von der Schule in den Arbeitsmarkt im Laufe des Berufslebens in Nachteile der Beschäftigungsfähigkeit in einer sich wandelnden Arbeitswelt verwandeln (Hanushek et al. 2017).

vergleichbare und **verifizierbare Standardisierung** der erlernten Fähigkeiten sicher. Wie bei den Ausbildungsordnungen sollten die Inhalte der Weiterbildungen in den anerkannten Weiterbildungsberufen in entsprechenden Weiterbildungsordnungen geregelt werden, bei denen wie im dualen Ausbildungssystem die Fachverbände, Arbeitgeberorganisationen, Gewerkschaften, das Bundesinstitut für Berufsbildung, die Länder und das zuständige Bundesministerium involviert sind.

Da die Weiterzubildenden tendenziell eine geringe regionale Mobilität aufweisen dürften, sollten die Koordination und die schulischen Angebote insbesondere in einer Startphase stark an die jeweilige **regionale Situation des Strukturwandels** angepasst werden. Auf diese Weise kann die Weiterbildung, die auf das Arbeitsangebot wirkt, mit regional- und strukturpolitischen Initiativen koordiniert werden, welche die regionale Arbeitsnachfrageseite betreffen.

Wie im dualen Ausbildungssystem würden **Bildungsteilnehmer:innen, Unternehmen und Staat jeweils einen Teil der (Finanzierungs-)Lasten** übernehmen: Die sich Weiterbildenden müssen sich für die Phase der Umschulung mit einem geringen Ausbildungsgehalt zufriedengeben; die aufnehmenden Unternehmen stellen die sich Weiterbildenden tageweise für den schulischen Teil der Weiterbildung frei und investieren in den betrieblichen Teil der Weiterbildung; und der Staat übernimmt die Finanzierung und Durchführung des schulischen Teils der Umschulung. In Fällen, in denen die abgebenden Unternehmen weiter bestehen (aber Arbeitsplätze in bestimmten Qualifikationsbereichen abbauen), könnten auch diese – analog zum bestehenden Modell der Transfergesellschaften – in das Gesamtkonzept der Finanzierung einbezogen werden.

Je nach Situation könnte erwogen werden, dass der Staat einen Teil der finanziellen Belastungen der Arbeitnehmer:innen und Arbeitgeber:innen durch eine entsprechende **Einkommenskompensation im Rahmen einer finanziellen Brücke** während des Umstiegs übernimmt. Dies kann gerechtfertigt sein, zumal der Fiskus mittelfristig durch entsprechende Zugewinne bei Steuereinnahmen und Sozialversicherungsbeiträgen und Einsparungen in den Sozialausgaben finanziell davon profitiert, dass die vom Strukturwandel betroffenen Arbeitnehmer:innen neue qualifizierte Beschäftigungen finden (Hanushek et al. 2019). Um die Ausgestaltung der Elemente eines solchen Weiterbildungssystems zu konkretisieren, sollte ein **Runder Tisch** aus Sozialpartnern, Politik, Weiterbildungsanbietern und Wissenschaft einberufen werden.

Im Vergleich zum aktuell eher zerstückelten Weiterbildungsmarkt würde ein solches geordnetes System der Weiterbildung die Vorteile der **Bekanntheit, Einfachheit, Allgemeinheit, Transparenz, Qualitätssicherung, informationsstarken Abschlüsse und Anerkennung von Teilqualifikationen** mit sich bringen. Durch die für die Arbeitgeber:innen verlässlichen Signale über die erworbenen Kompetenzen würde es sich für Beschäftigte, die aufgrund des Strukturwandels von Arbeitsplatzverlust bedroht sind, lohnen, in diese Umschulungsgänge zu investieren. Durch solche dualen Umschulungsangebote in der Weiterbildung könnten sie mit einer auf die Nachfrage am Markt zugeschnittenen Weiterbildung neue signalstarke Ausbildungszertifikate erwerben, die ihnen den Schritt in zukunftsicherere Beschäftigungsverhältnisse ermöglichen. Gleichzeitig ergäbe sich auf diesem Wege eine neue Möglichkeit für Betriebe, die sich einem großen Fachkräftemangel gegenübersehen, diesen zu bewältigen.

Aus Gründen der allgemeinen Bekanntheit und Akzeptanz auf beiden Marktseiten sollte ein solches duales Weiterbildungssystem möglichst bald flächendeckend umgesetzt werden. Gleichwohl könnten **regionale Transformationsnetzwerke**, wie sie derzeit in der Automobilindustrie gefördert werden, und dezentrale Weiterbildungsverbände, deren Aufbau derzeit insbesondere unter KMU gefördert wird, als erste Schritte in diese Richtung genutzt werden. Im Rahmen dieser Initiativen könnten regionale Abgänge und regionaler Fachkräftemangel gemessen werden, um Umschulungsbedarfe und -möglichkeiten abzubilden. Auf dieser Basis ließen sich regional und branchenspezifisch abgestimmte Angebote dualer Weiterbildungsmaßnahmen auf den Weg bringen, in die die relevanten Akteure der Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertreter:innen sowie der staatlichen Seite entsprechend eingebunden sind. Die Erfahrungen könnten dann in ein flächendeckendes, branchenübergreifendes duales Weiterbildungssystem eingebracht und mit **regional- und strukturpolitischen Initiativen** wie dem neuen Gesamtdeutschen Fördersystem verzahnt werden, um so ein möglichst gutes Zusammenspiel von angebots- und nachfrageseitigen Förderinstrumenten auf dem Arbeitsmarkt zu gewährleisten.

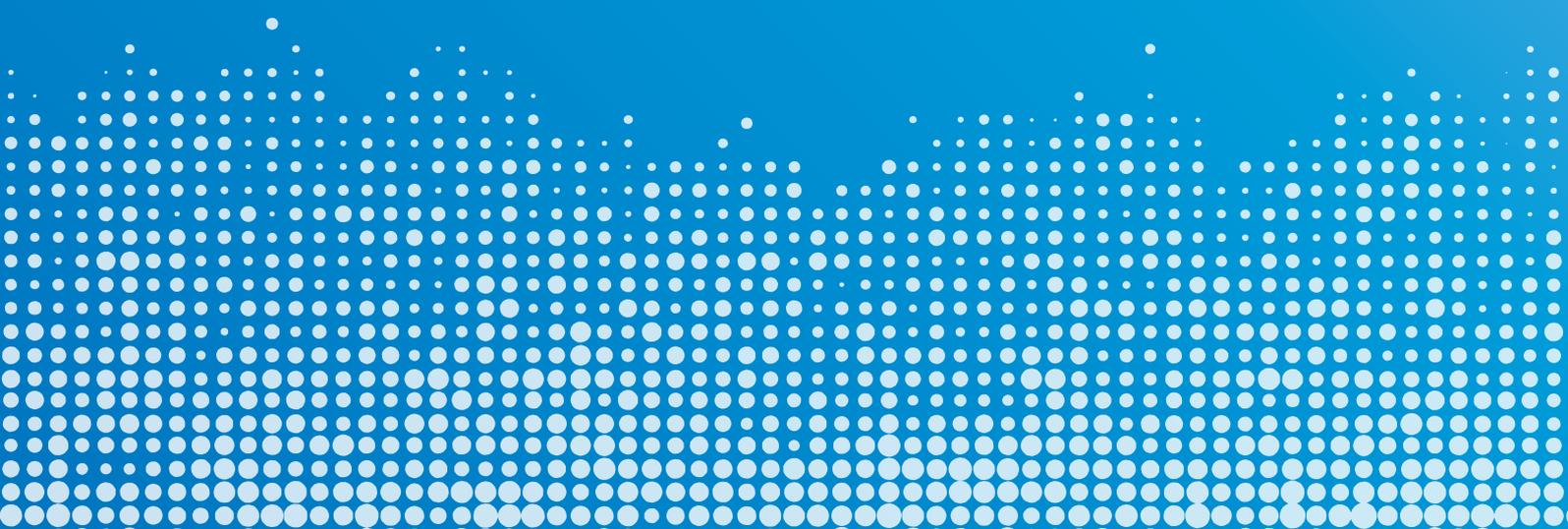
IV.3 Ungleichheit und die Förderung „guter Jobs“

Vieles spricht dafür, dass der technologische Fortschritt etwa im Bereich der künstlichen Intelligenz die bestehende Einkommensungleichheit verstärken wird (vgl. Abschnitt III.5.). Dies könnte nach Ansicht mancher Autor:innen wirtschaftspolitische Eingriffe rechtfertigen, um **Beschäftigung, Entlohnung und Produktivität im Bereich der mittleren Einkommen zu fördern** (Rodrik und Stantcheva 2021a,b,c). Zudem werden in dieser Literatur Politikinstrumente diskutiert, die das Prinzip der Wahrung von Effizienz in der Produktion (Diamond und Mirrlees 1971) nicht erfüllen. Stattdessen wird die Arbeits- und Kapitalnachfrage der Unternehmen durch die Politik verändert. Die Politik betreibt somit Prä-Distribution und nicht bloß Re-Distribution der Markteinkommen zur Korrektur der Verteilung bei den verfügbaren Einkommen.

Aus Sicht des Beirats ist diese neue Literatur zwar ernst zu nehmen und ihre weitere Entwicklung gilt es im Kontext der digitalen Transformation genau zu beobachten. Allerdings eignet sie sich derzeit **noch nicht für die unmittelbare Ableitung spezifischer Politikempfehlungen**.

- Die diskutierten **Robotersteuern** sind konzeptionell und im Hinblick auf ihre praktische Umsetzbarkeit umstritten. Es ist unklar, ob sich diese neue Form der Besteuerung in kleinen offenen Volkswirtschaften sinnvoll umsetzen lässt, ohne zu massiver Erosion der Steuerbasis mit langfristig negativen Auswirkungen auf die technologische Entwicklung des Landes zu führen. Zudem sind in einer möglichen konkreten Ausgestaltung derzeit viele Fragen offen. Bereits der Gegenstand der Besteuerung ist unklar: Betrifft die Robotersteuer generell den Einsatz von Sachkapital oder nur bestimmter Kategorien? Wie soll die genaue Abgrenzung operationalisiert werden? Wie stehen Robotersteuern im Verhältnis zur derzeit praktizierten Ausgestaltung der Unternehmensbesteuerung, die bei den Gewinnen ansetzt? Soll sie zusätzlich eingeführt werden? Ist eine Anrechnung angedacht?
- Zwar kann ein wirtschaftspolitisches Ziel der **Lenkung des technischen Fortschritts** konzeptionell sinnvoll erscheinen, damit KI einen stärker arbeitsstiftenden und weniger arbeitssparenden Charakter annimmt (Acemoglu 2021). Dem Beirat ist aber unklar, wie das Lenkungsziel identifiziert und definiert werden soll und durch welche Instrumente es treffsicher umgesetzt werden könnte. Wünschenswert wären klarer ausgeführte Konzepte, die idealerweise schon in der Praxis erprobt wurden. Ein konkreter Vorschlag von Acemoglu (2021) betrifft die derzeit **ungleichmäßige steuerliche Belastung des Faktors Arbeit** gegenüber Kapital und Software. Diese führe zu einer Verzerrung der Faktoreinsatzentscheidungen und trage zur Ausrichtung von Investitionsentscheidungen bei, die arbeitssparende KI begünstigen. Der Beirat teilt grundsätzlich diese Analyse. Ein umsetzbarer Vorschlag, wie dem beizukommen ist, liegt bislang aber noch nicht vor.
- Die von Rodrik und Stantcheva (2021a,b,c) **vorgeschlagene Politikmatrix zur Förderung einer „good jobs economy“** erscheint ebenfalls plausibel und konzeptionell sinnvoll. Bei deren spezifischen Politikvorschlägen (Bildungspolitik, berufliche Weiterbildung, Stärkung der betrieblichen Mitbestimmung, Regional- und Strukturpolitik usw.) ist allerdings zu konstatieren, dass sie in weiten Teilen (zumindest in Deutschland) schon seit vielen Jahren umgesetzt sind.

V. Zusammenfassung der Politikempfehlungen



Die digitale Transformation ist in vollem Gange. Sie wird sich in den kommenden Jahren in erheblichem Ausmaß auf den deutschen Arbeitsmarkt auswirken. In vielen Bereichen wird der technologische Fortschritt zu einer Verbesserung der Wohlfahrt und zu Erleichterungen der Arbeit führen. In manchen Bereichen werden dadurch aber Arbeitsplätze verdrängt werden. Grund zur Sorge vor einer **technologisch bedingten Massenarbeitslosigkeit** besteht aus Sicht des Beirats allerdings nicht. Dagegen sprechen allein die zeitgleich stattfindende demografische Entwicklung sowie die generelle Erkenntnis, dass technologischer Wandel nicht bloß menschliche Arbeit ersetzt, sondern immer auch zu einem Wandel existierender und zur Schaffung neuer Beschäftigungsmöglichkeiten geführt hat. Zudem verfügt Deutschland über eine institutionelle Struktur, die schon in der Vergangenheit dazu beigetragen hat, schwere Strukturbrüche am Arbeitsmarkt vergleichsweise gut zu meistern.

Der Beirat identifiziert aber **zwei zentrale Problemfelder**, die sich im Zuge der digitalen Transformation auf dem deutschen Arbeitsmarkt ergeben könnten: a) qualifikatorischer und regionaler Mismatch, sowie b) steigende Lohn- und Einkommensungleichheit. Die Wirtschaftspolitik ist gut beraten, diese Herausforderungen proaktiv zu adressieren und entsprechende Weichenstellungen vorzunehmen. Hierfür entwickelt der Beirat im vorliegenden Gutachten wirtschaftspolitische Strategien und kommt zu den folgenden zentralen Empfehlungen:

V.1 Digitaler Aufholprozess

- Positive Lohn- und Beschäftigungseffekte neuer digitaler Technologien sind in Deutschland umso wahrscheinlicher, je stärker die heimischen Unternehmen bei der Erzeugung und Anwendung dieser Technologien aufgestellt

sind. Im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) sind aber erhebliche Defizite und Handlungsbedarfe zu konstatieren, insbesondere bei klassischen „datenhungrigen“ Formen der KI. Hierfür muss die **kooperative Nutzung großer Datenmengen** über Unternehmensgrenzen hinweg ermöglicht werden.

- Zudem ist es für den digitalen Aufholprozess Deutschlands geboten, **Institutionen des Technologietransfers** zu stärken und die **Unterstützung von Entrepreneurship** an den Hochschulen sowie die **Digitalisierung der Verwaltung** voranzutreiben.
- **Wagniskapital** gilt es im erforderlichen Umfang **staatlich zu fördern**, um bei KI und anderen neuen digitalen Technologien den Übergang von Pilotentwicklungen zu marktfähigen Systemen voranzubringen.
- Bei neuen Formen der KI, die auf einem engen **Zusammenwirken von Mensch und Maschine** basieren, verfügen deutsche Unternehmen über eine gute Ausgangsposition. Um diese Wertschöpfungspotentiale zu heben, sollten Forschung, Wirtschaft und öffentliche Einrichtungen eng zusammenarbeiten, um im Dialog eine „**lernende Regulierung**“ zu etablieren. Diese umfasst neuartige vertrags- und arbeitsrechtliche Aspekte, die sich im Zuge dieser digitalen Transformation stellen.

V.2 Ein integriertes System der Aus- und Weiterbildung

Eine wesentliche wirtschaftspolitische Antwort wird eine umfassende Strategie der **beruflichen Weiterbildung** sein müssen. Dies umfasst nicht nur betriebsinterne Weiterbildungen („on the job“), sondern auch Umschulungen für einen Berufswechsel über Branchengrenzen, die zum Abbau des Mismatches künftig verstärkt nötig sein werden.

- Eine vielversprechende Option für Umschulungen gerade im Bereich der stark betroffenen Facharbeiter:innen im mittleren Qualifikationssegment könnte aus Sicht des Beirats darin bestehen, ein an **das duale Ausbildungssystem angelehntes Weiterbildungssystem** aufzubauen. In einem solchen echten „System“ für lebenslanges Lernen ließen sich die **Vorteile des dualen Ausbildungssystems auf die Weiterbildung übertragen**. Es sollte Menschen ermöglichen, auch im höheren Alter noch neue und signalstarke Bildungszertifikate erlangen zu können.
- Wie im dualen Ausbildungssystem würden **Bildungsteilnehmer:innen, Unternehmen und Staat jeweils einen Teil der (Finanzierungs-) Lasten** übernehmen. Die Organisation der Abschlussprüfungen würde von den zuständigen Berufskammern durchgeführt. Dies stellt eine über die Betriebe hinweg vergleichbare und **verifizierbare Standardisierung** der erlernten Fähigkeiten sicher. Aus Gründen der allgemeinen Bekanntheit und Akzeptanz sollte ein solches duales Weiterbildungssystem möglichst bald **flächendeckend** umgesetzt werden.
- Im Rahmen des Systems sollten **regionale Arbeitsmarktunterschiede** systematisch erfasst werden, um Umschulungsbedarfe und -möglichkeiten entsprechend abzubilden. So können in regionalen Transformationsnetzwerken die arbeitsangebotsseitigen Weiterbildungsaktivitäten mit nachfrageseitigen regional- und strukturpolitischen Initiativen verzahnt werden.
- Um die Ausgestaltung der Elemente eines solchen Weiterbildungssystems zu konkretisieren, regt der Beirat an, zeitnah einen **Runden Tisch** aus Sozialpartnern, Politik, Weiterbildungsanbietern und Wissenschaft einzuberufen.
- Zur Förderung einer flächendeckenden betriebsinternen Weiterbildung regt der Beirat die Vereinfachung des teils unübersichtlichen Fördersystems sowie die Prüfung einer gesetzlichen Verankerung eines **Rechtsanspruchs auf Weiterbildung** an.

Berlin, den 23. Februar 2022

Der Vorsitzende des Wissenschaftlichen Beirats
beim Bundesministerium für Wirtschaft und
Klimaschutz
Prof. Dr. Klaus M. Schmidt

Literatur

- Abramovsky, L., E. Battistin, E. Fitzsimons, A. Goodman, H. Simpson** (2011), *Providing Employers with Incentives to Train Low-Skilled Workers: Evidence from the UK Employer Training Pilots*, *Journal of Labor Economics*, 29 (1): 153–193.
- acatech** (2016). *Innovationspotenziale der Mensch-Maschine-Interaktion* (acatech IMPULS), München: Herbert Utz Verlag 2016. <https://www.acatech.de/publikation/innovationspotenziale-der-mensch-maschine-interaktion/>
- Acemoglu, D.** (2021), *Harms of AI*, MIT Working Paper, Cambridge (Mass.)
- Acemoglu, D., D. Autor** (2011), *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings*, *Handbook of Labor Economics*, 4, 1043–1171.
- Acemoglu, D., P. Restrepo** (2020), *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets*, *Journal of Political Economy*, 128(6): 2188–2244.
- Acemoglu, D., P. Restrepo** (2019a), *Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor*, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2): 3–30.
- Acemoglu, D., P. Restrepo** (2019b), *The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand*, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*.
- Acemoglu, D., P. Restrepo** (2019c), *Artificial Intelligence, Automation, and Work*, in: Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb (eds.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, University of Chicago Press.
- Acemoglu, D., P. Restrepo** (2018), *The Race Between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment*, *American Economic Review*, 108(6): 1488–1542.
- Acemoglu, D., D. Autor, J. Hazell, P. Restrepo** (2021), *AI and Jobs: Evidence from Online Vacancies*, NBER working paper No w28257.
- Ales, L., M. Kurnaz, C. Sleet** (2015), *Technical Change, Wage Inequality, and Taxes*, *American Economic Review*, 105 (10): 3061–3101.
- Arntz, M., T. Gregory, U. Zierahn** (2019), *Digitalization and the Future of Work: Macroeconomic Consequences*, ZEW Discussion Paper No. 19-024.
- Arntz, M., T. Gregory, U. Zierahn** (2017), *Revisiting the risk of automation*, *Economics Letters*, 159: 157–160.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung** (2020), *Bildung in Deutschland 2020: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt*. Bielefeld: wbv Publikation.

- Bakos, Y., F. Marotta-Wurgler, D. Trossen** (2014), *Does Anyone Read the Fine Print? Consumer Attention to Standard-form Contracts*, *Journal of Legal Studies*, 43(1): 1–35.
- Bassanini, A., A. Booth, G. Brunello, M. De Paola, E. Leuven** (2007), *Workplace Training in Europe*, in: Giorgio Brunello, Pietro Garibaldi, Etienne Wasmer (Hrsg.), *Education and Training in Europe*, Oxford University Press.
- Becker, G.** (1964), *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, New York, NY: National Bureau of Economic Research.
- Biewen, M., B. Fitzenberger, A. Osikominu, M. Paul** (2014), *The Effectiveness of Public Sponsored Training Revisited: The Importance of Data and Methodological Choices*, *Journal of Labor Economics* 32 (4): 837–897.
- Blanchard, O., D. Rodrik** (2021), *Combatting Inequality: Rethinking Government's role*, Cambridge (Mass.): MIT Press.
- BMAS, BMBF** (2021), *Umsetzungsbericht Nationale Weiterbildungsstrategie*. https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/nws_umsetzungsbericht_onlineversion_barrierefrei.pdf;jsessionid=21C9356319435204BBC6CDA7B3A4C2BF.live092?_blob=publicationFile&v=1
- BMAS, BMBF** (2019), *Strategiepapier Nationale Weiterbildungsstrategie*. https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/nws_strategiepapier_barrierefrei_de.pdf?_blob=publicationFile&v=1
- BMWK Beirat** (2021), *Digitalisierung in Deutschland – Lehren aus der Corona-Krise*, Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-digitalisierung-in-deutschland.pdf?_blob=publicationFile&v=4
- BMWK Beirat** (2007), *Gesetzentwurf Wagniskapitalbeteiligung (WKBG) und Unternehmensbeteiligungsgesellschaften (UBGG)*, Brief des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Wissenschaftlicher-Beirat/brief-wiss-beirat-gesetzentwurf-wagniskapitalbeteiligung.pdf?_blob=publicationFile&v=4
- BMWK Beirat** (1997), *Wagniskapital*, Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/wagniskapital.html>
- Bresnahan, T.F., M. Trajtenberg** (1995), *General purpose technologies: Engines of growth?*, *Journal of Econometrics*, 65 (1): 83–108.
- Card, D., J. Kluge, A. Weber** (2018), *What Works? A Meta Analysis of Recent Active Labor Market Program Evaluations*, *Journal of the European Economic Association*, 16 (3): 894–931.

- Chugunova, M., D. Sele** (2020). *We and It: An Interdisciplinary Review of the Experimental Evidence on Human Machine Interaction*. Max Planck Institute for Innovation and Competition Research Paper No. 20-15.
- Cosmides, L.** (1989), *The Logic of Social Exchange. Has Natural Selection Shaped how Humans Reason?* Studies with the Wason Selection Task, *Cognition*, 31: 187–276.
- Costinot, A., I. Werning** (2020), *Robots, Trade, and Luddism: A Sufficient Statistic Approach to Optimal Technology Regulation*, MIT Working Paper, Cambridge (Mass.)
- Dauth, W., S. Findeisen, E. Moretti, J. Südekum** (2022), *Matching in Cities*, forthcoming, *Journal of the European Economic Association*.
- Dauth, W., S. Findeisen, J. Südekum, N. Woessner** (2021), *The Adjustment of Labor Markets to Robots*, *Journal of the European Economic Association*, 19 (6): 3104–3153.
- De Grip, A., J. Sauermann** (2012), *The Effects of Training on Own and Co-worker Productivity: Evidence from a Field Experiment*, *Economic Journal*, 122 (560): 376–399.
- Dengler, K., Matthes, B.** (2018). *Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt*, IAB-Kurzbericht 04/2018, Nürnberg.
- Deutscher Bundestag** (2021). *Bericht der Bundesregierung über die Förderung der beruflichen Weiterbildung im Rahmen der aktiven Arbeitsförderung und die entsprechenden Ausgaben*, Drucksache 19/25785. <https://dserver.bundestag.de/btd/19/257/1925785.pdf>
- Diamond, P., J. Mirrlees** (1971), *Optimal Taxation and Public Production I: Production Efficiency*, *American Economic Review*, 61: 8–27.
- Dietvorst, B., J. Simmons, C. Massey** (2015), *Algorithm Aversion. People Erroneously Avoid Algorithms after Seeing Them Err*, *Journal of Experimental Psychology*, 144(1): 114–126.
- EFI** (2021), *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2021*, Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- EFI** (2019), *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2019*, Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Engel, C.** (2007), *The Psychological Case for Obliging Judges to Write Reasons. The Impact of Court Procedure on the Psychology of Judicial Decision Making*, Baden-Baden, Nomos: 71–109.

- Engel, C., N. Grgic-Hlaca** (2021), *Machine Advice with a Warning about Machine Limitations. Experimentally Testing the Solution Mandated by the Wisconsin Supreme Court*, *Journal of Legal Analysis*, 13: 284–340.
- Eribon, D.** (2016), *Rückkehr nach Reims*, Berlin: Suhrkamp.
- EY** (2022), *Ernst & Young Startup-Barometer Deutschland – Januar 2022*. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/de_de/news/2022/01/ey-startup-barometer-2022.pdf
- Faber, M.** (2020), *Robots and Reshoring: Evidence from Mexican Labor Markets*, *Journal of International Economics*, 127: Article 103384.
- Firgo, M. P. Mayerhofer, M. Peneder, P. Piribauer, P. Reschenhofer** (2018), *Beschäftigungseffekte der Digitalisierung in den Bundesländern sowie in Stadt und Land*, WIFO Institute Vienna.
- Frey, C., M. Osborne** (2017), *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, *Technological Forecasting and Social Change*, 114: 254–280.
- Gentner, D., K. Holyoak, N. Kokinov** (2001), *The Analogical Mind. Perspectives from Cognitive Science*, Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Glöckner, A., T. Betsch, N. Schindler** (2010), *Coherence Shifts in Probabilistic Inference Tasks*, *Journal of Behavioral Decision Making* 23: 439–462.
- Goldin, Claudia and Lawrence F. Katz** (2008), *The Race Between Education and Technology*, Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Görlitz, K., M. Tamm** (2016), *The Returns to Voucher-Financed Training on Wages, Employment and Job Tasks*, *Economics of Education Review* 52: 51–62.
- Guerreiro, J., S. Rebelo, P. Teles** (2021), *Should robots be taxed*, forthcoming: *Review of Economic Studies*, 2021.
- Hanushek, E., G. Schwerdt, L. Woessmann, L. Zhang** (2017), *General Education, Vocational Education, and Labor-Market Outcomes over the Life-Cycle*, *Journal of Human Resources* 52 (1): 48–87.
- Hanushek, E., L. Simon, J. Light** (2019), *The Research Challenges of the AI Labor Market Challenges*, Stanford University, Golub Capital Social Impact Lab. https://medium.com/@gsb_silab/the-research-challenges-of-the-ai-labor-market-challenges-272f69d98f9d
- Heckman, J., R. LaLonde, J. Smith** (1999), *The Economics and Econometrics of Active Labor Market Programs*, in: *Handbook of Labor Economics*, Vol. 3, edited by Orley Ashenfelter, David Card, Amsterdam: North Holland: 1865–2097.

- Heinrich-Böll-Stiftung, Bertelsmann-Stiftung** (2020), *Weiterbildung 4.0 – Wie weit trägt die Nationale Weiterbildungsstrategie?* Positionspapier auf Basis der gleichnamigen Fachkonferenz, Heinrich-Böll-Stiftung. https://www.boell.de/sites/default/files/2020-04/Positionspapier-Weiterbildung-40_0.pdf?dimension1=division_bw
- Heß, P., S. Janssen, U. Leber** (2019), *Digitalisierung und berufliche Weiterbildung: Beschäftigte, deren Tätigkeiten durch Technologien ersetzbar sind, bilden sich seltener weiter*, IAB-Kurzbericht 16/2019. <https://www.econstor.eu/handle/10419/216707>
- Hidalgo, D., H. Oosterbeek, D. Webbink** (2014), *The Impact of Training Vouchers on Low-Skilled Workers*, *Labour Economics* 31: 117–128.
- Hochschild, A.** (2016), *Strangers in Their Own Land: Anger and Mourning on the American Right*, The New Press.
- Holyoak, K., D. Simon** (1999), *Bidirectional Reasoning in Decision Making by Constraint Satisfaction*, *Journal of Experimental Psychology*, 128: 1–29.
- James, G., D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani** (2021), *An Introduction to Statistical Learning*, Heidelberg: Springer.
- Katz, M., C. Shapiro** (1985), *Network Externalities, Competition, and Compatibility*, *American Economic Review* 75: 424–440.
- Knieps, G.** (2021), *Digitalization Technologies – The evolution of smart networks*, in: J.J. Montero, M. Finger (Eds.), *A Modern Guide to the Digitization of Infrastructure*, Edward Elgar, Cheltenham et al., Chapter 2, 43–58.
- Lechner, M., R. Miquel, C. Wunsch** (2011), *Long-Run Effects of Public Sector Sponsored Training in West Germany*, *Journal of the European Economic Association* 9 (4): 742–784.
- Leopoldina** (2021), *Ökonomische Konsequenzen der Coronavirus-Pandemie – Diagnosen und Handlungsoptionen*, Stellungnahme der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina, Halle: Leopoldina.
- Leuven, E.** (2005), *The Economics of Private Sector Training: A Survey of the Literature*, *Journal of Economic Surveys* 19 (1): 91–111.
- Löbbing, J.** (2020), *Redistributive income taxation with directed technical change*, CESifo Working Paper 8743.
- McCall, B., J. Smith, C. Wunsch** (2016), *Government-Sponsored Vocational Education for Adults*, in: *Handbook of the Economics of Education* edited by Eric A. Hanushek, Stephen Machin, Ludger Woessmann, Amsterdam: Elsevier: 479–652.

- Mokyr, J., C. Vickers, N. Ziebarth** (2015), *The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?*, *Journal of Economic Perspectives* 29 (3): 31–50.
- OECD** (2021), *Continuing Education and Training in Germany. Getting Skills Right*, Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1f552468-en>
- OECD** (2018), *Job Creation and Local Economic Development 2018: Preparing for the Future of Work*, Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264305342-en>
- Osikominu, A.** (2013), *Quick Job Entry or Long-Term Human Capital Development? The Dynamic Effects of Alternative Training Schemes*, *Review of Economic Studies* 80 (1): 313–342.
- Packer, G.** (2013), *Unwinding – An Inner History of the New America*, London: Macmillan.
- Rabold, J., M. Siebers, U. Schmid** (2020), *Generating Contrastive Explanations for Inductive Logic Programming Based on a Near Miss Approach*, *Machine Learning* (2021).
- Rodríguez-Pose, A.** (2018), *The revenge of the places that don't matter (and what to do about it)*, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 11 (1): 189–209.
- Rodrik, D., C. Sabel** (2021), *Building a Good Jobs Economy*, in: Danielle Allen, Yochai Benkler, and Rebecca Henderson, eds., *Political Economy and Justice*, University of Chicago Press.
- Rodrik, D., S. Stantcheva** (2021a), *Fixing Capitalism's Good Jobs Problem*, forthcoming: *Oxford Review of Economic Policy*.
- Rodrik, D., S. Stantcheva** (2021b), *A Policy Matrix for Inclusive Prosperity*, NBER Working Paper 28736.
- Rodrik, D., S. Stantcheva** (2021c), *Economic Inequality and Insecurity: Policies for an Inclusive Economy*, in: Report Prepared for Commission Chaired by Olivier Blanchard and Jean Tirole on Major Future Economic Challenges, France.
- Ruhose, J., S. Thomsen, I. Weilage** (2019), *The Benefits of Adult Learning: Work-Related Training, Social Capital, and Earnings*, *Economics of Education Review*, 72: 166–186.
- Sachs, D., A. Tsyvinski, N. Werquin** (2020), *Nonlinear Tax Incidence and Optimal Taxation in General Equilibrium*, *Econometrica*, 88 (2), 469–493.
- SVR (Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung)** (2021), *Transformation gestalten: Bildung, Digitalisierung und Nachhaltigkeit*, Jahresgutachten 2021, Wiesbaden.

- Samek, W., G. Montavon, A. Vedaldi, L. Hansen, K.-R. Müller** (2019), *Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning*, Heidelberg: Springer Nature.
- Schooler, L., R. Hertwig** (2005), *How Forgetting Aids Heuristic Inference*, *Psychological Review*, 112: 610–628.
- Schwerdt, G., D. Messer, L. Woessmann, S. Wolter** (2012), *The Impact of an Adult Education Voucher Program: Evidence from a Randomized Field Experiment*, *Journal of Public Economics*, 96 (7-8): 569–583.
- Smolka, M., M. Koch, I. Manuylov** (2021), *Robots and Firms*, *Economic Journal* 131(638): 2553–2584.
- Spitz-Oener, A.** (2006), *Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure*, *Journal of Labor Economics*, 24(2): 235–270.
- Stiebale, J., J. Suedekum, N. Woessner** (2020), *Robots and the Rise of European Superstar Firms*, CEPR Discussion Paper 15080.
- Stiglitz, J.** (2000), *The Contributions of the Economics of Information to Twentieth Century Economics*, *Quarterly Journal of Economics*, 115 (4): 1441–1478.
- Stiglitz, J.** (1982), *Self-Selection and Pareto Efficient Taxation*, *Journal of Public Economics*, 17 (2), 213–240.
- Südekum, J.** (2021), *Place-based Policies: How to do them and why*, CEPR Discussion Papers 16468, London.
- Thümmel, U.** (2020), *Optimal taxation of robots*, University of Zurich, Working paper.
- Vance, J.D.** (2017), *Hillbilly Elegy – A Memoir of a Family and Culture in Crisis*, William Collins.
- Varian, H.** (2020), *Automation versus procreation (aka bots versus tots)*, VOX EU.
<https://voxeu.org/article/automation-versus-procreation-aka-bots-versus-tots>
- WEF** (2020), *World Economic Forum – Future of Jobs Report 2020*, Geneva. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf
- Yokoo, M., K. Hirayama** (2000), *Algorithms for Distributed Constraint Satisfaction: A Review*, *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 3(2): 185–207.

Mitglieder

Das Gutachten wurde vorbereitet von folgenden Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Professor Dr. Jens Südekum

(federführend)

Professor für Volkswirtschaftslehre
Düsseldorf Institute for Competition
Economics (DICE)
an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Professor Dr. Felix Bierbrauer

Professor für Finanzwissenschaften und
Center for Macroeconomic
Research (CMR)
an der Universität zu Köln

Professor Dr. Dr. h.c. Christoph Engel

Direktor am Max-Planck-Institut zur Erforschung
von Gemeinschaftsgütern
Professor für Rechtswissenschaften
an der Universität Osnabrück

Professor Dietmar Harhoff, Ph.D.

Direktor am Max-Planck-Institut für Innovation
und Wettbewerb, München
Professor für Betriebswirtschaftslehre
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Professor Dr. Günter Knieps

Em. Professor für Wirtschaftspolitik und Direktor
der Abteilung für Netzökonomie,
Wettbewerbsökonomie und Verkehrswissenschaft
an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Professor Dr. Klaus M. Schmidt

(Vorsitzender)
Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Professor Dr. Ludger Wößmann

Leiter des ifo Zentrums für Bildungsökonomik
Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Verzeichnis der Mitglieder

Professor Regina T. Riphahn, Ph.D.

(Stellvertretende Vorsitzende)
Professorin für Statistik und empirische
Wirtschaftsforschung
an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-
Nürnberg

Professor Dr. Hermann Albeck

Em. Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Universität Saarbrücken

Professor Dr. Christian Bayer

Professor für Mikroökonomie
an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-
Universität Bonn

Professor Dr. Stefan Bechtold

Professor für Immaterialgüterrecht
Departement Geistes-, Sozial- und Staatswissen-
schaften
an der ETH Zürich, Schweiz

Professor Dr. Dr. h. c. Peter Bernholz

Em. Professor für Nationalökonomie, insbesondere
Geld- und Außenwirtschaft,
an der Universität Basel, Schweiz

Professor Dr. Norbert Berthold

Em. Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität
in Würzburg

Professor Dr. Charles B. Blankart

Em. Professor für Wirtschaftswissenschaften
an der Humboldt-Universität zu Berlin

Professor Dr. h.c. Axel Börsch-Supan, Ph.D.

Direktor des Munich Center for the Economics of Aging (MEA)
am Max-Planck-Institut für Sozialrecht und Sozialpolitik, München

Professor Dr. Friedrich Breyer

Em. Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Universität Konstanz

Professor Gabriel Felbermayr, Ph.D.

Direktor des Österreichischen Institutes für Wirtschaftsforschung (WIFO)
Universitätsprofessor an der Wirtschaftsuniversität Wien (WU)

Professor Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang Franz

Präsident des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim i. R.
Em. Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Universität Mannheim

Professor Marcel Fratzscher, Ph.D.

Präsident des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin)
Professor für Makroökonomie und Finanzen
an der Humboldt-Universität Berlin

Professor Nicola Fuchs-Schündeln, Ph.D.

Professorin für Makroökonomie und Entwicklung
an der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Professor Christina Gathmann, Ph.D.

Leiterin des Labor Market Department, Institute for Socio-Economic Research (LISER),
Luxemburg
Professorin für Volkswirtschaftslehre
am Department of Economics, University of Luxembourg

Professor Dr. Hans Gersbach

Professor für Makroökonomie, Innovation und Politik
CER-ETH – Center of Economic Research
an der ETH Zürich, Schweiz

Professor Dr. Dr. h. c. mult. Martin Hellwig, Ph.D.

Direktor am Max-Planck-Institut zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern i. R.
Em. Professor an der Universität Bonn

Professor Dr. Roman Inderst

Professor für Finanzen und Ökonomie
House of Finance
an der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Professor Dr. Dr. h.c. mult. Otmar Issing

Mitglied des Direktoriums der Europäischen Zentralbank i. R.
Frankfurt am Main

Professor Dr. Eckhard Janeba

Professor für Volkswirtschaftslehre insbesondere Finanzwissenschaft und Wirtschaftspolitik
an der Universität Mannheim

Professor Dr. Dorothea Kübler

Professorin für Volkswirtschaftslehre an der Technischen Universität Berlin
Direktorin der Abteilung Verhalten auf Märkten
am Wissenschaftlichen Zentrum Berlin

Professor Dr. Dr. h. c. Wernhard Möschel

Em. Professor für Bürgerliches Recht, Handels- und Wirtschaftsrecht
an der Universität Tübingen

Professor Dr. Axel Ockenfels

Professor für Wirtschaftliche Staatswissenschaften
Staatswissenschaftliches Seminar
an der Universität zu Köln

Professor Dr. Albrecht Ritschl

Professor für Wirtschaftsgeschichte
an der London School of Economics

Professor Dr. Olaf Sievert

Präsident der Landeszentralbank in den Freistaaten
Sachsen und Thüringen, Leipzig i. R.,
Honorarprofessor Universität Saarbrücken

Professor Dr. Dr. h. c. Hans-Werner Sinn

Präsident des Ifo-Instituts München i. R.
Em. Professor für Nationalökonomie und
Finanzwissenschaft
an der Universität München

Professor Dr. Roland Vaubel

Em. Professor für Volkswirtschaftslehre und
Politische Ökonomie
an der Universität Mannheim

Professor Achim Wambach, Ph. D.

Präsident des ZEW – Leibniz-Zentrum für
Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim
Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Universität Mannheim

Professor Georg Weizsäcker, Ph. D.

Professor für Mikroökonomik
an der Humboldt-Universität zu Berlin

Professor Dr. Carl Christian von Weizsäcker

Em. Professor für Volkswirtschaftslehre
an der Universität zu Köln

Professor Dr. Eberhard Wille

Em. Professor für Volkswirtschaftslehre und
Finanzwissenschaft
an der Universität Mannheim

Professor Dipl.-Ing. Dr. Christine Zulehner

Professorin für Volkswirtschaftslehre
an der Universität Wien

Ruhende Mitgliedschaften

Professor Dr. Claudia M. Buch

Vizepräsidentin der Deutschen Bundesbank
in Frankfurt am Main

Professor Dr. Veronika Grimm

Professorin für Volkswirtschaftslehre
Lehrstuhl für VWL, insb. Wirtschaftstheorie
an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-
Nürnberg

Professor Dr. Monika Schnitzer

Professorin für Volkswirtschaftslehre
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Anhang: Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats seit April 1948

Online auf der Website des Wissenschaftlichen Beirats (www.wissenschaftlicher-beirat.de) abrufbar:

<https://www.bmwi.de/Navigation/DE/Ministerium/Beiraete/Veroeffentlichungen-Wissenschaftlicher-Beirat/veroeffentlichungen-wissenschaftlicher-beirat.html>

Gutachten vom 4. Mai 2021
„Vorschläge für eine Reform der gesetzlichen Rentenversicherung“

Gutachten vom 12. März 2021
„Digitalisierung in Deutschland – Lehren aus der Corona-Krise“

Gutachten vom 22. Februar 2021
„Ein CO₂-Grenzausgleich als Baustein eines Klimaclubs“

Gutachten vom 26. Juni 2020
„Öffentliche Infrastruktur in Deutschland: Probleme und Reformbedarf“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie Peter Altmaier vom 24. April 2020
„Corona-Krise“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie Peter Altmaier vom 17. September 2019
„Moderne Wirtschaftspolitik braucht Evaluierung“

Gutachten vom 28. Juni 2019
„Energiepreise und effiziente Klimapolitik“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie Peter Altmaier vom 30. April 2019
„Eine marktorientierte Verkehrswende“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie Peter Altmaier vom 8. Februar 2019
„Nationale Industriestrategie“

Gutachten vom 7. Februar 2019
„Wirtschaftspolitische Probleme der deutschen Leistungsbilanz“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie Peter Altmaier vom 9. Januar 2019
„Bildungsgerechtigkeit als Kernelement der Sozialen Marktwirtschaft“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie Peter Altmaier vom 27. November 2018
„Messung der Leistungsbilanzüberschüsse“

Gutachten vom 29. Juni 2018
„Soziale Wohnungspolitik“

Gutachten vom 27. April 2018
„Zur Notwendigkeit und Ausgestaltung von internationalen Investitionsförder- und -schutzverträgen (IFV)“

Brief an Bundesministerin für Wirtschaft und Energie Brigitte Zypries vom 21. Dezember 2017
„Europa“

Gutachten vom 15. September 2017
„Sharing Economy und Wirtschaftspolitik“

Brief an Bundesministerin für Wirtschaft und Energie Brigitte Zypries vom 28. April 2017
„Zur Neugestaltung der Wirtschaftsbeziehungen mit Großbritannien“

Gutachten vom 9. Februar 2017
„Zur Diskussion um Bargeld und die Null-Zins-Politik der Zentralbank“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie
Sigmar Gabriel vom 25. November 2016
**„Zu den Vorschlägen des Basler Ausschusses für
Bankenaufsicht zur Behebung von Missständen
bei den Eigenkapitalvorschriften für Banken“**

Gutachten vom 24. November 2016
**„Die essenzielle Rolle des CO₂-Preises für eine
effektive Klimapolitik“**

Gutachten vom 16. September 2016
**„Nachhaltigkeit der sozialen Sicherung über 2030
hinaus“**

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie
Sigmar Gabriel vom 16. Juni 2016
„Gesetzliche Rentenversicherung“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Energie
Sigmar Gabriel vom 26. April 2016
„Zur Förderung von Elektroautos“

Gutachten vom 5. Februar 2016
„Mehr Transparenz in der Bildungspolitik“

Gutachten vom 25. Juni 2015
„Regionale Wirtschaftsförderung“

Gutachten vom 24. April 2015
**„Potenziale nutzen – mehr Fachkräfte durch
weniger Arbeitsmarkthemmnisse“**

Gutachten vom 26. September 2014
**„Engpassbasierte Nutzerfinanzierung und
Infrastrukturinvestitionen in Netzsektoren“**

Gutachten vom 20. September 2013
**„Langfristige Steuerung der Versorgungssicher-
heit im Stromsektor“**

Gutachten vom 20. September 2013
**„Evaluierung wirtschaftspolitischer Fördermaß-
nahmen als Element einer evidenzbasierten Wirt-
schaftspolitik“**

Gutachten vom 30. November 2012
„Altersarmut“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und
Technologie Dr. Rösler vom 16. Oktober 2012
„Zur Stabilität des Europäischen Finanzsystems“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und
Technologie Dr. Rösler vom 31. Juli 2012
„Mindestlohn“

Gutachten vom 2. Februar 2012
„Wege zu einer wirksamen Klimapolitik“

Gutachten vom 25. November 2011
**„Realwirtschaftliche Weichenstellungen für
einen stabilen Euro“**

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und
Technologie Rainer Brüderle vom 2. Mai 2011
„Zur Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes“

Gutachten vom 27. November 2010
**„Überschuldung und Staatsinsolvenz in der
Europäischen Union“**

Gutachten vom 16. April 2010
**„Reform von Bankenregulierung und Banken-
aufsicht nach der Finanzkrise“**

Gutachten vom 16. April 2010
**„Zur Reform der Finanzierung der Gesetzlichen
Krankenversicherung“**

Gutachten vom 6. November 2009

„Akzeptanz der Marktwirtschaft: Einkommensverteilung, Chancengleichheit und die Rolle des Staates“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 23. Januar 2009
„Zur Bankenregulierung in der Finanzkrise“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 5. Dezember 2008
„Europäisches System des Handels von CO₂-Emissionen“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 10. Oktober 2008
„Aktuelle Entwicklungen im Finanzsystem“

Brief an Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 17. April 2008
„Kein Staatseingriff bei Mitarbeiterbeteiligungen“

Gutachten vom 24. Januar 2008
„Zur Begrenzung der Staatsverschuldung nach Art. 115 GG und zur Aufgabe des Stabilitäts- und Wachstumsgesetzes“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 9. Dezember 2007
„Schuldenbegrenzung nach Art. 115 GG“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 9. Juli 2007
„Gesetzentwurf Wagniskapitalbeteiligung (WKBG) und Unternehmensbeteiligungsgesellschaften (UBGG)“

Gutachten vom 12. Mai 2007
„Öffentliches Beschaffungswesen“

Gutachten vom 24. März 2007
„Patentschutz und Innovation“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 20. Januar 2007
„Gesundheitsreformgesetz“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 20. November 2006
„Wettbewerbsverhältnisse und Preise der deutschen Energiewirtschaft“

Gutachten vom 16. September 2006
„Mehr Vertragsfreiheit, geringere Regulierungsdichte, weniger Bürokratie“

Gutachten vom 12./13. Mai 2006
„Mehr Wettbewerb im System der Gesetzlichen Krankenversicherung“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Michael Gos vom 18. März 2006
„Kombi- und Mindestlöhne“

Gutachten vom 21. Januar 2006
„Der deutsche Arbeitsmarkt in Zeiten globalisierter Märkte“

Gutachten vom 8. Juli 2005
„Zur finanziellen Stabilität des Deutschen Föderalstaates“

Gutachten vom 18. März 2005
„Alterung und Familienpolitik“

Gutachten vom 24. April 2004
„Keine Aufweichung der Pressefusionskontrolle“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit Wolfgang Clement vom 17. Januar 2004
„Ausbildungsplatzabgabe“

Gutachten vom 16. Januar 2004
„Zur Förderung erneuerbarer Energien“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit Wolfgang Clement vom 6. Dezember 2003
„Europäische Verfassung“

Gutachten vom 11. Oktober 2003
„Tarifautonomie auf dem Prüfstand“

Gutachten vom 15./16. November 2002
„Die Hartz-Reformen – ein Beitrag zur Lösung des Beschäftigungsproblems?“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit Wolfgang Clement vom 10./11. Oktober 2002
„Personal-Service-Agenturen“

Gutachten vom 28./29. Juni 2002
„Reform des Sozialstaats für mehr Beschäftigung im Bereich gering qualifizierter Arbeit“

Gutachten vom 12. Januar 2002
„Daseinsvorsorge im europäischen Binnenmarkt“

Gutachten vom 6. Juli 2001
„Wettbewerbspolitik für den Cyberspace“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Dr. Werner Müller vom 16. Dezember 2000
„Reform der gesetzlichen Rentenversicherung“

Gutachten vom 1. Juli 2000
„Reform der europäischen Kartellpolitik“

Gutachten vom 26./27. Mai 2000
„Aktuelle Formen des Korporatismus“

Gutachten vom 15./16. Oktober 1999
„Offene Medienordnung“

Brief an den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie Dr. Werner Müller vom 19./20. Februar 1999
„Wechselkurszielzonen“

Gutachten vom 18./19. Dezember 1998
„Neuordnung des Finanzierungssystems der Europäischen Gemeinschaft“

Gemeinsame Stellungnahme der Wissenschaftlichen Beiräte beim BMF und BMWi vom 02.10.1998
„Reform der Einkommen- und Körperschaftsteuer“

Gutachten vom 20./21. Februar 1998
„Grundlegende Reform der gesetzlichen Rentenversicherung“

Brief an Bundeswirtschaftsminister Dr. Rexrodt vom 11. Juni 1997
„Protokoll zu Art. 222 EG-Vertrag bezüglich der Einstandspflichten öffentlich-rechtlicher Körperschaften für ihre öffentlich-rechtlichen Kreditinstitute“

Brief an Bundeswirtschaftsminister Dr. Rexrodt vom 11. Juni 1997
„Ein Beschäftigungskapitel im Maastricht II-Vertrag?“

Gutachten vom 25./26. April 1997
„Wagniskapital“

Gutachten vom 9. November 1996
„Anstehende große Steuerreform“

Gutachten vom 30. August 1996
„Anpassung des deutschen Kartellgesetzes an das europäische Recht?“

Gutachten vom 19./20. Januar 1996
„Langzeitarbeitslosigkeit“

Gutachten vom 9. März 1995

„Orientierungen für eine Postreform III“

Brief an Bundeswirtschaftsminister Dr. Günter Rexrodt vom 23. Januar 1995

„Wirtschaftspolitische Folgerungen aus der Verfassungswidrigkeit des sogenannten Kohlepfennigs“

Gutachten vom 31. August 1994

„Ordnungspolitische Orientierung für die Europäische Union“

Gutachten vom 10./11. Juli 1992

„Gesamtwirtschaftliche Orientierung bei drohender finanzieller Überforderung“

Gutachten vom 24. Januar 1992

„Stellungnahme zu den Vorschriften über eine Industriepolitik in den Verträgen über die Europäische Politische Union und die Europäische Wirtschafts- und Währungsunion“

Gutachten vom 12. bis 14. Juli 1991

„Lohn- und Arbeitsmarktprobleme in den neuen Bundesländern“

Gutachten vom 15./16. Februar 1991

„Probleme der Privatisierung in den neuen Bundesländern“

Gutachten vom 14. Dezember 1990

„Stellungnahme zu den GATT-Verhandlungen“

Gutachten vom 19./20. Oktober 1990

„Aufzeichnung der Beratungsergebnisse zu den Belastungen durch die deutsche Einheit“

Gutachten vom 29./30. Juni 1990

„Außenwirtschaftspolitische Herausforderungen der Europäischen Gemeinschaft an der Schwelle zum Binnenmarkt“

Gutachten vom 1./2. März und 27. März 1990

„Schaffung eines gemeinsamen Wirtschafts- und Währungsgebietes in Deutschland“

Gutachten vom 17./18. November und 15./16. Dezember 1989

„Wirtschaftspolitische Herausforderungen der Bundesrepublik im Verhältnis zur DDR“

Gutachten vom 5. Juni 1989

„Stellungnahme zum Bericht des Delors-Ausschusses“

Gutachten vom 20./21. Januar 1989

„Europäische Währungsordnung“

Gutachten vom 26./27. Februar 1988

„Wirtschaftspolitische Konsequenzen aus den außenwirtschaftlichen Ungleichgewichten der großen Industrieländer“

Gutachten vom 26./27. Juni 1987

„Gewinn, Investitionen und Beschäftigung“

Gutachten vom 6. Dezember 1986

„Wettbewerbspolitik“

Gutachten vom 21. und 22. Februar 1986

„Stellungnahme zum Weißbuch der EG-Kommission über den Binnenmarkt“

Gutachten vom 11. und 12. Oktober 1985

„Steuerpolitik unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten“

Gutachten vom 14. und 15. Dezember 1984

„Strukturwandel für Wachstum und mehr Beschäftigung“

Gutachten vom 25. Juni 1983

„Vermindert Arbeitszeitverkürzung die Arbeitslosigkeit?“

Gutachten vom 18. Februar 1983
„Konjunkturpolitik – neu betrachtet“

Gutachten vom 23. Januar 1982
„Probleme der Wohnungswirtschaft“

Gutachten vom 23. Februar 1981
„Wirtschaftspolitik bei defizitärer Leistungsbilanz“

Stellungnahme vom 17. Januar 1981
„Probleme der Stahlindustrie in der Europäischen Gemeinschaft“

Gutachten vom 9. Februar 1980
„Wirtschaftspolitische Implikationen eines Bevölkerungsrückgangs“

Gutachten vom 7. und 8. Dezember 1979
„Wirtschaftspolitische Folgerungen aus der Ölverknappung“

Gutachten vom 15. und 16. Dezember 1978
„Staatliche Interventionen in einer Marktwirtschaft“

Gutachten vom 12. November 1977
„Aktuelle Probleme der Beschäftigungspolitik“

Gutachten vom 4. Juli 1977
„Rationalisierungsinvestitionen“

Gutachten vom 20. November 1976
„Fragen einer neuen Weltwirtschaftsordnung“

Gutachten vom 14. und 15. November 1975
„Kosten und Preise öffentlicher Unternehmen“

Gutachten vom 9. und 10. Mai 1975
„Indexierung wirtschaftlich relevanter Größen“

Gutachten vom 15. und 16. März 1974
„Probleme der Ausländerbeschäftigung“

Gutachten vom 16. und 17. November 1973
„Höchstpreisvorschriften für Energie“

Gutachten vom 19. und 20. Oktober 1973
„Stabilitätspolitische Problematik der gesetzlichen Rentenversicherung“

Gutachten vom 9. und 10. März 1973
„Grundfragen der Stabilitätspolitik“

Gutachten vom 11. Dezember 1971
„Regelmechanismen und regelgebundenes Verhalten in der Wirtschaftspolitik“

Stellungnahme vom 3. Juli 1971 zum
„gegenwärtig bestehenden Problem der Wechselkurspolitik“

Gutachten vom 12. Dezember 1970
„Entwicklung der Wohnungsmieten und geplante Maßnahmen zur Begrenzung des Mietanstiegs“

Gutachten vom 24. Oktober 1970
„Problematik der gegenwärtigen hohen Zinssätze“

Gutachten vom 6. Februar 1970
„Einführung einer Fusionskontrolle“

Gutachten vom 1. Februar 1969
„Aktuelle Probleme der außenwirtschaftlichen Absicherung“

Gutachten vom 23. Juli 1968
„Fragen der Staatsverschuldung“

Gutachten vom 25. November 1967
„Zusammenhang zwischen außenwirtschaftlichem Gleichgewicht und Preisniveaustabilität“

Stellungnahme vom 15. Juli 1967 zum
**„Gesetzentwurf zur Anpassung und Gesundung
 des deutschen Steinkohlenbergbaus und der
 deutschen Steinkohlenbergbaugebiete“**

Gutachten vom 28. Februar 1967
„Subventionen in der Marktwirtschaft“

Gutachten vom 18. Juni 1966
„Staatliche Zinsregulierungen“

Gutachten vom 29. Januar 1966
„Ständige Preiserhöhungen in unserer Zeit“

Gutachten vom 31. Oktober 1964
**„Zusammenwirken staatlicher und nichtstaatlicher
 Kräfte im Bereich der wirtschaftspolitischen
 Gesetzgebung“**

Gutachten vom 20. Juni 1964
**„Zusammenwirken von staatlichen und nicht-
 staatlichen Kräften in der Wirtschaftspolitik“**

Gutachten vom 9. November 1963
„Wirtschaftliche Vorausschau auf mittlere Sicht“

Gutachten vom 16. Februar 1963
**„Selbstfinanzierung bei verlangsamtem
 wirtschaftlichen Wachstum“**

Gutachten vom 23. Juni 1962
**„Reform des Gesetzes gegen Wettbewerbs-
 beschränkungen“**

Stellungnahme vom 4. März 1961 zur
„Aufwertung der D-Mark“

Gutachten vom 21. Januar 1961
**„Gedanken über die Konzeption einer künftigen
 deutschen Energiewirtschaftspolitik“**

Gutachten vom 21. Februar 1960
**„Gegenwärtige Möglichkeiten und Grenzen einer
 konjunkturbewußten Lohnpolitik in der Bundes-
 republik“**

Gutachten vom 25. Januar 1960
**„Probleme einer rationellen Wirtschaftshilfe an
 die Entwicklungsländer unter Berücksichtigung
 der von der Bundesrepublik zu treffenden Maß-
 nahmen“**

Gutachten vom 14. April 1959
**„Konjunkturpolitische Situation der Bundes-
 republik Deutschland im Frühjahr 1959“**

Stellungnahme vom 3. März 1959 zur
**„internationalen Koordinierung der Konjunktur-
 politik, insbesondere zur Frage eines europäi-
 schen Konjunkturboards“**

Gutachten vom 27. Juli 1958
**„Problem Verteidigungslast und volkswirtschaft-
 liches Wachstum“**

Gemeinsames Gutachten des Wissenschaftlichen
 Beirats beim Bundesminister der Finanzen und des
 Wissenschaftlichen Beirats beim Bundeswirt-
 schaftsministerium vom 26. Januar 1958
„Kapitalmarkt und Besteuerung“

Gutachten vom 30. April 1957
**„Wirtschaftspolitische Problematik der deutschen
 Exportüberschüsse“**

Gutachten vom 24. Februar 1957
„Problem von Index- und Preisgleitklauseln“

Gutachten vom 3. Juni 1956 und 7. August 1956
**„Instrumente der Konjunkturpolitik und ihre
 rechtliche Institutionalisierung“**

Gutachten vom 11. Oktober 1955
„Welche Maßnahmen entsprechen der gegenwärtigen konjunkturellen Situation?“

Gutachten vom 12. Juni 1955
„Probleme einer produktivitätsorientierten Lohnpolitik“

Gutachten vom 23. Januar 1955
„Möglichkeiten und Grenzen regionaler Wirtschaftspolitik“

Gutachten vom 20. November 1954
„Einführung von direkten Tarifen“

Gutachten vom 14. November 1954
„Anträge und Gesetzentwürfe zur Beschränkung des Wettbewerbs in gewissen Gewerben und Berufen“

Gutachten vom 23. Oktober 1954
„Probleme der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und ihrer Auswertung“

Gutachten vom 2. Oktober 1954
„Fragen des Kartellproblems, die durch die bevorstehende Gesetzgebung aufgeworfen werden“

Gutachten vom 31. Mai 1954
„Problem landwirtschaftlicher Paritätspolitik im Rahmen der allgemeinen Wirtschaftspolitik“

Gutachten vom 10. Januar 1954
„Sicherung der wirtschaftlichen Expansion“

Gutachten vom 11. Oktober 1953
„Fragen des gemeinsamen Marktes“

Gutachten vom 28. Juni 1953
„Problem der gegenwärtigen deutschen Zahlungsbilanz“

Gutachten vom 1. Mai 1953
„Frage der wirtschaftlichen Integration Europas“

Gutachten vom 22. Februar 1953
„Problem der Integration der europäischen Agrarmärkte (sogenannte Agrarunion)“

Ergebnis der Beratungen vom 17./18. Januar 1953
„Sicherung der wirtschaftlichen Expansion“

Gutachten vom 14. Dezember 1952
„Frage des gemeinsamen Marktes innerhalb der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl“

Gutachten vom 16. November 1952
„Konvertierbarkeit der Währungen“

Gutachten vom 6. Juli 1952
„Wiederaufbau des Kapitalmarktes und Zinspolitik“

Gutachten vom 8. Juni 1952
„Verteidigungsleistungen und Wirtschaftsverfassung“

Gutachten vom 27. April 1952
„Ausgleich der Währungsspannen im Rahmen einer europäischen Integration“

Gutachten vom 4. Februar 1952
„Belebung des Wertpapiermarktes“

Gutachten vom 9. Oktober 1951
„Ist zur Überwindung der gegenwärtigen Aufschwunghemmung eine aktive Konjunkturpolitik anzuraten?“

Gutachten vom 29. Juli 1951
„Außenhandelspolitik“

Gutachten vom 10. Juni 1951
„Lenkungsmaßnahmen“

Stellungnahme vom 29. April 1951

„Investitionshilfe“

Vorläufige Stellungnahme vom 25. Februar 1951

„Wirtschaftspolitische Möglichkeiten zur Begrenzung der direkten lenkenden Eingriffe“

Gutachten vom 28. Januar 1951

„Bereinigung des Preisgefüges“

Gutachten vom 10. Dezember 1950

„Kapitalmarktpolitik und Investitionspolitik“

Vorläufige Stellungnahme vom 5. November 1950

„Deckung des zusätzlichen künftigen Finanzbedarfs“

Gutachten vom 5. November 1950

„Einwirkung der Weltkonjunktur auf die deutsche Wirtschaftspolitik“

Gutachten vom 24. September 1950

„Struktur- und konjunkturpolitische Fragen der Einkommensverteilung“

Gutachten vom 11. Juni 1950

„Probleme der Kapitalbildung und der Geldschöpfung“

Gutachten vom 7. Mai 1950

„Stellung des Wohnungswesens in der sozialen Marktwirtschaft“

Gutachten vom 26. Februar 1950

„Kapitalmangel und Arbeitslosigkeit in der sozialen Marktwirtschaft“

Gutachten vom 5. Februar 1950

„Europäische Zahlungsunion“

Gutachten vom 18. Dezember 1949

„Das Dollardefizit Europas im Handel mit USA (Problem der Dollarlücke)“

Gutachten vom 30. Oktober 1949

„Agrarpolitik in der sozialen Marktwirtschaft“

Gutachten vom 18. September 1949

„Geldordnung und Wirtschaftsordnung“

Gutachten vom 24. Juli 1949

„Grundsatzfragen der Monopolgesetzgebung“

Gutachten vom 8. Mai 1949

„Expansive und kontraktive Kreditpolitik“

Gutachten vom 27. Februar 1949

„Investitionsmittel und ERP-Mittel“

Gutachten vom 17. Januar 1949

„Preispolitik und Außenhandelsgestaltung“

Gutachten vom 24. Oktober 1948

„Agrarpolitik und Agrarpreise“

Gutachten vom 3. September 1948

„Währungs-, Preis-, Produktions- und Investitionspolitik“

Gutachten vom 11. Juli 1948

„Investitionspolitik nach der Währungsreform“

Gutachten vom 12. Juni 1948

„Investitionspolitik“

Gutachten vom 1. April 1948

„Maßnahmen der Verbrauchsregelung, der Bewirtschaftung und der Preispolitik nach der Währungsreform“

Die Wurzeln des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz reichen zurück bis in die Zeit des Zweiten Weltkrieges. Ab 1943 trafen sich einige der späteren Beiratsmitglieder unter dem Vorsitz von Prof. Erwin von Beckerath, um die wirtschaftliche Zukunft Deutschlands nach dem Krieg vorzubereiten. Diese so genannte „Arbeitsgemeinschaft Erwin von Beckerath“ ging in dem Anfang 1948 gegründeten Beirat auf, der am 23. Januar 1948 auf Einladung der Verwaltung für Wirtschaft des Vereinigten Wirtschaftsgebietes, dem Vorläufer des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, in Königstein/Taunus formell konstituiert wurde.

Der Beirat hatte folgende 17 Gründungsmitglieder:

Prof. Dr. Franz Böhm,

Prof. Dr. Walter Eucken,

Prof. Dr. Walther G. Hoffmann,

Prof. Dr. Wilhelm Kromphardt,

Prof. Dr. Adolf Lampe,

Prof. Dr. Elisabeth Liefmann-Keil,

Prof. Dr. Alfred Müller-Armack,

Prof. Dr. Oswald v. Nell-Breuning,

Prof. Dr. Erik Nölting,

Prof. Dr. Hans Peter,

Prof. Dr. Erich Preiser,

Prof. Dr. Ludwig Raiser,

Prof. Dr. Heinz Sauermann,

Prof. Dr. Karl Schiller,

Prof. Dr. Otto Veit,

Prof. Dr. Gerhard Weisser,

Prof. Dr. Theodor Wessels.

