WISO DISKURS

10/2021

Wolfgang Schroeder, Samuel Greef, Alexander Berzel

DIGITALISIERUNG INDUSTRIELLER WERTSCHÖPFUNG

Industrie 4.0 und regionale Ungleichheit in Deutschland

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG

Die Friedrich-Ebert-Stiftung

Die FES ist die älteste politische Stiftung Deutschlands. Benannt ist sie nach Friedrich Ebert, dem ersten demokratisch gewählten Reichspräsidenten. Als parteinahe Stiftung orientieren wir unsere Arbeit an den Grundwerten der Sozialen Demokratie: Freiheit, Gerechtigkeit und Solidarität. Als gemeinnützige Institution agieren wir unabhängig und möchten den pluralistischen gesellschaftlichen Dialog zu den politischen Herausforderungen der Gegenwart befördern. Wir verstehen uns als Teil der sozialdemokratischen Wertegemeinschaft und der Gewerkschaftsbewegung in Deutschland und der Welt. Mit unserer Arbeit im In- und Ausland tragen wir dazu bei, dass Menschen an der Gestaltung ihrer Gesellschaften teilhaben und für Soziale Demokratie eintreten.

Die Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung

Die Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik verknüpft Analyse und Diskussion an der Schnittstelle von Wissenschaft, Politik, Praxis und Öffentlichkeit, um Antworten auf aktuelle und grundsätzliche Fragen der Wirtschafts- und Sozialpolitik zu geben. Wir bieten wirtschafts- und sozialpolitische Analysen und entwickeln Konzepte, die in einem von uns organisierten Dialog zwischen Wissenschaft, Politik, Praxis und Öffentlichkeit vermittelt werden.

WISO Diskurs

WISO Diskurse sind ausführlichere Expertisen und Studien, die Themen und politische Fragestellungen wissenschaftlich durchleuchten, fundierte politische Handlungsempfehlungen enthalten und einen Beitrag zur wissenschaftlich basierten Politikberatung leisten.

Über die Autoren dieser Ausgabe

Prof. Dr. Wolfgang Schroeder ist Leiter des Fachgebiets Politisches System der BRD – Staatlichkeit im Wandel an der Universität Kassel und Fellow am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Abteilung Demokratie und Demokratisierung; Staatssekretär a. D.

Dr. Samuel Greef ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Politisches System der BRD – Staatlichkeit im Wandel an der Universität Kassel.

Alexander Berzel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Politisches System der BRD – Staatlichkeit im Wandel an der Universität Kassel.

Für diese Publikation ist in der FES verantwortlich

Max Ostermayer ist in der Abteilung Analyse, Planung und Beratung für den Arbeitsbereich Klima-, Energie- und Strukturpolitik verantwortlich und leitet den Arbeitskreis Nachhaltige Strukturpolitik.

10/2021

WISO DISKURS

Wolfgang Schroeder, Samuel Greef, Alexander Berzel

DIGITALISIERUNG INDUSTRIELLER WERTSCHÖPFUNG

Industrie 4.0 und regionale Ungleichheit in Deutschland

2 VORWORT

4 ZUSAMMENFASSUNG

5 1 EINLEITUNG: REGIONALE DISPARITÄTEN UND INDUSTRIEPOLITISCHE IMPLIKATIONEN

8 2 FRAGESTELLUNG UND METHODISCHES VORGEHEN

10 3 BESONDERE ROLLE DER INDUSTRIE FÜR DIE DEUTSCHE WIRTSCHAFT

12 4 BESONDERHEITEN DER INDUSTRIE-4.0-DEBATTE IN DEUTSCHLAND

14 5 POLITISCH-STRATEGISCHE IMPLEMENTIERUNG VON INDUSTRIE 4.0
14 5.1 Leitbild Industrie 4.0 der Bundesregierung
15 5.2 Industrie 4.0 in den Digitalstrategien der Länder: Steuerungsambitionen?

17 6 STATUS QUO VON INDUSTRIE 4.0 ZWISCHEN WUNSCH UND WIRKLICHKEIT

19 7 REGIONALE FALLUNTERSUCHUNG: ZENTREN UND PERIPHERIE – AUFHOLPROZESSE ODER WEITERE VERTIEFUNG DER DIVERGENZEN?
20 7.1 Baden-Württemberg
27 7.2 Hessen
29 7.3 Nordrhein-Westfalen
32 7.4 Brandenburg

35 8 ZENTREN UND PERIPHERIEN ZWISCHEN INDUSTRIEN 3.0 UND 4.0 – MUSTER, ERKLÄRUNGEN UND PERSPEKTIVEN

40 9 RESÜMEE

42 10 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR STÄRKUNG DER (INDUSTRIELLEN) STRUKTUREN IN DER FLÄCHE

46 Abkürzungsverzeichnis
47 Abbildungverzeichnis
48 Tabellenverzeichnis
49 Literaturverzeichnis

VORWORT

Seit der Wiedervereinigung ist die Schaffung gleichwertiger Lebensverhältnisse mit noch viel größerer Dringlichkeit ein Handlungsziel von Politik mit Verfassungsrang. 30 Jahre später ist die regionale Ungleichheit in Deutschland jedoch nach wie vor stark ausgeprägt – vor allem mit Blick auf wirtschaftliches Wachstum, Produktivität und Arbeitslosigkeit. Unterschiede gibt es nicht nur zwischen Ost und West, sondern auch zwischen urbanen Ballungsgebieten, ländlichen Räumen und Regionen mit strukturellen Altlasten. Die beiden Berichte „Ungleiches Deutschland" der Friedrich-Ebert-Stiftung haben diese regionalen Disparitäten wiederholt und eindrucksvoll aufgezeigt.

Die Entwicklung von Regionen ist dabei von starken Pfadabhängigkeiten geprägt, die deren Perspektiven oft langfristig vorzeichnen. Beispielhaft sei an dieser Stelle das Ruhrgebiet genannt, dass über viele Jahrzehnte vom Aufstieg und Niedergang der Montan- und Schwerindustrie geprägt war. Gleichermaßen leben wir aber auch in einer Zeit großer technischer und sozialer Umbrüche, die das Potenzial haben, als selbstverständlich angesehene Entwicklungsmuster aufzubrechen.

Sowohl die immer weiter und immer schneller fortschreitende Digitalisierung als auch die Dekarbonisierung der Wirtschaft bringen einerseits Chancen, andererseits Risiken für die Regionen mit sich.

Die Digitalisierung, so eine Annahme, lasse Raum und Distanz immer unwichtiger werden und biete gerade für ländliche Räume neue Entwicklungschancen. Vor allem der „Industrie 4.0", also der umfassenden Vernetzung der industriellen Produktion, wird oft eine bedeutende Rolle zugesprochen. Klassische Netzwerkeffekte und Agglomerationsvorteile bestimmter Branchen würden unwichtiger, die Ansiedelung von Produktionsstandorten in der Fläche attraktiver. Damit, so das Argument, sind auch neue Perspektiven für periphere Räume verbunden. Industrie 4.0 habe daher das Potenzial, die teilweise großen Disparitäten in der regionalen Wirtschaftskraft zu reduzieren.

Aber ist dem tatsächlich so? Lassen sich durch die Digitalisierung regionale Disparitäten abbauen, oder werden diese nicht eher vertieft? Werden neue Technologien nicht doch dort zuerst eingeführt, wo bereits bestehende Wissens- und Wertschöpfungsnetzwerke Anknüpfungspunkte bieten? Profitieren letztlich nicht wirtschafts- und forschungsstarke Regionen vermehrt von neuen technischen Entwicklungen und wird die räumliche Polarisierung dadurch gegebenenfalls verstärkt? Was ist nötig, damit auch strukturschwache Regionen und vor allem die kleinen und mittelständischen Unternehmen, die maßgeblich zu Wirtschaftsleistung und Wohlstand beitragen, von der Digitalisierung profitieren? Und wie kann zeitgleich gewährleistet werden, dass Deutschland bei deren Implementierung nicht ins Hintertreffen gerät und seine internationale Wettbewerbsfähigkeit sichert?

Um diese Fragen zu beantworten, hat der Arbeitskreis Nachhaltige Strukturpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung die vorliegende Studie in Auftrag gegeben. Sie geht der Frage nach, inwiefern sich die räumlichen Disparitäten durch die Digitalisierung, insbesondere Industrie 4.0, vertiefen oder abgebaut werden können. Hierfür wurden die Digitalisierungs- und Zukunftsstrategien der Bundesländer Hessen, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg untersucht. Der Fokus der Untersuchungen liegt auf der Implementierung von Industrie 4.0 im produzierenden Gewerbe, welches trotz der Tendenz zur postindustriellen Dienstleistungsgesellschaft noch immer von großer Bedeutung für Deutschland ist. Gerade kleine und mittlere Unternehmen und innovative Start-ups könnten bei der Stärkung peripherer Regionen eine entscheidende Rolle spielen, da deren Wertschöpfung in die Fläche ausstrahlt

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass sich die Strategien, die Investitionssummen und die Vernetzung von Stadt und Land, von Wissenschaft und Wirtschaft mitunter stark voneinander unterscheiden. Die staatlichen Akteure nutzen ihre Steuerungsmöglichkeiten unterschiedlich. Das ist grundsätzlich nicht verwerflich – der Stand der Umsetzung von Industrie 4.0 ist keineswegs einheitlich und Ansätze müssen an regionale Gegebenheiten angepasst werden. Der Handlungsbedarf insgesamt ist groß – von einer flächendeckenden Umsetzung von Industrie 4.0 kann aber keineswegs die Rede sein.

Es wird zudem deutlich, dass die Digitalisierung von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen bisher kaum einen Beitrag zum Abbau der räumlichen Ungleichheiten leisten konnte.

Wirtschafts-, Innovations- und Technologieförderprogramme sind zwar teilweise auf strukturschwache Regionen ausgerichtet, bspw. über das Gesamtdeutsche Fördersystem. Zugleich aber sind die Digitalisierungsvorreiter scheinbar häufig in den urbanen Ballungszentren vorzufinden.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, mit welchen struktur- und wirtschaftspolitischen Maßnahmen die Umsetzung von Industrie 4.0 in den Regionen mit schwächer ausgeprägten wirtschaftlichen Strukturen stärker gefördert werden kann. Klar ist: Technologieführerschaft und Wettbewerbsfähigkeit sind legitime Motive, neue Technologien dort zuerst einzuführen, wo Netzwerke und Know-how bereits bestehen. Gleichzeitig sollten das regionalpolitische Potenzial einerseits und die Gefahr weiterer räumlicher Polarisierung durch technologische Entwicklungen wie die Industrie 4.0 nicht verkannt werden.

Denn es besteht die Gefahr, dass die Lücken zwischen Stadt und Land, zwischen strukturschwachen und strukturstarken Regionen weiter aufreißen, wenn es nicht gelingt, diese beiden Perspektiven politisch besser auszutarieren. Ansonsten drohen sich die multiplen und verstärkenden Negativfolgen wie Landflucht junger, gut ausgebildeter Menschen, wirtschaftlicher Niedergang, Einnahmeverluste bei den Kommunen und der damit verbundene Rückbau der Infrastruktur weiter zu verstärken. Das zeigt, wie wichtig es ist, die Raumwirksamkeit der Digitalisierung mehr als bisher in den Blick zu nehmen und nicht nur die Starken zu stärken, sondern auch die kleineren Industriebetriebe des ländlichen Raums zu unterstützen.

Hans Eichel, Bundesfinanzminister a. D. und Sprecher des Arbeitskreises Nachhaltige Strukturpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung

Max Ostermayer, Abteilung Analyse, Planung und Beratung der Friedrich-Ebert-Stiftung

ZUSAMMENFASSUNG

Seit zehn Jahren prägt der Begriff „Industrie 4.0" die industriepolitische Debatte um die zukunftsfähige Gestaltung eines wettbewerbsfähigen und modernen industriellen Sektors in Deutschland, der seiner Bedeutung für Wachstum und Wohlstand auch unter den veränderten Bedingungen im 21. Jahrhundert nachkommen kann. Zuletzt wurde die anfängliche technologisch-wirtschaftliche Fokussierung um eine sozial- und arbeitsbezogene Innovationsperspektive erweitert. Unberücksichtigt blieb in der industriebezogenen Digitalisierungsdebatte bislang jedoch die ungleiche regionale Verteilung von Industriezentren, Großbetrieben, kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie Digitalisierungsvorreitern. Unterschiedlich starke Industriestrukturen und ihre Bedeutung für Beschäftigung und Wirtschaftsleistung beeinflussen entscheidend regionale Disparitäten in Deutschland mit. Deren Entwicklung ist insbesondere durch ein Auseinanderdriften zwischen dynamischen, wachsenden urbanen Ballungsgebieten und weniger urbanen, aber wirtschaftlich starken Regionen auf der einen Seite und schrumpfenden ländlichen Räumen sowie städtisch geprägten Regionen in der Strukturkrise auf der anderen Seite gekennzeichnet.

Diese Studie verbindet beide Perspektiven miteinander und fragt nach den Auswirkungen der Digitalisierung der Industrie auf regionale Disparitäten. Werden Unterschiede eher verstärkt, weil in der digitalen Modernisierung primär bestehende Zentren industrieller Wertschöpfung weiter aufgewertet werden und damit einer weiteren Peripherisierung ländlicher Räume Vorschub geleistet wird? Oder sind insbesondere auf Landesebene politische Strategien möglich, die Potenziale für eine nachholende Entwicklung peripherer Räume bieten?

Bisher wird Industrie 4.0 in den hochindustriellen und technologischen Zentren in der Umgebung von Ballungsgebieten, in Nähe zu Hochschulen und mit direktem Anschluss an Forschungsinfrastruktur umgesetzt. Jenseits dieser einzelnen Leuchttürme ist die Entwicklung der Industrie in Deutschland jedoch durch eine inkrementelle und pfadabhängige Modernisierung geprägt. Zu den Vorreitern zählen aber auch hier forschungs- und entwicklungsstarke Großbetriebe in dynamischen Regionen. Dagegen gehören die für die deutschen Wertschöpfungsketten so zentralen KMU – insbesondere in den ländlichen Räumen – zu den Digitalisierungsnachzüglern. Gerade hier bieten sich aber nicht nur Notwendigkeiten, sondern auch Möglichkeiten für strategische Ansätze einer konsolidierten Struktur-, Regional-, Wirtschafts- und Industriepolitik, die zum Abbau regionaler Disparitäten beiträgt.

In den Digitalstrategien der Bundesländer finden sich mit der Fokussierung auf KMU- und Start-up-Förderung bereits wichtige Ansatzpunkte: Zukunftsinvestitionen einerseits in den Aufbau einer belastbaren digitalen Infrastruktur und andererseits in ein Innovationsprozesse förderndes Wissensmanagement. Dabei kommt insbesondere dem Aufbau regionaler Hubs, etwa durch die regionale Wirtschaftsförderung als Mittler, eine besondere Bedeutung zu. Sie sollen den Austausch zwischen KMU, Start-ups und Großunternehmen und damit Wissenstransfer und Vernetzung erleichtern. Zugleich lassen die Strategien eine dezidierte Berücksichtigung der regionalen Unterschiede im Sinne differenzierter Ansätze vermissen. Dabei müsste klar sein, dass es keinen „One size fits all"-Ansatz geben kann, sondern regionalspezifische Gegebenheiten jeweils spezifische Handlungsbedarfe nach sich ziehen. Gleichwohl ließen sich Best Practices aus diesen Ansätzen mit einer systematischen Evaluation in eine übergreifende evidenzbasierte politische Strategie, im Sinne einer responsiven Politik, einbinden.

Eine solche Strategie müsste grundsätzlich berücksichitgen, dass sich Zentrum und Peripherie nicht gegeneinander ausspielen lassen, sondern in den Wertschöpfungsketten der verarbeitenden Industrie aufs Engste miteinander verwoben sind. Statt einseitig auf Agglomerationseffekte ohnehin starker Industrieregionen zu setzen, müssen also gleichzeitig abgehängte Räume nachhaltig gestärkt werden. Hierfür bilden die Hidden Champions eine Schlüsselressource. Sie benötigen förderliche Rahmenbedingungen und kooperative Wissens- und Weiterbildungsinfrastrukturen, um ihren Digitalisierungsrückstand aufzuholen. Die direkte Förderung von KMU muss dabei durch eine ganzheitliche Perspektive ergänzt werden, die unterschiedlichste Politikfelder berücksichtigt und diese klug miteinander verbindet. Die Attraktivität ländlicher Räume und deren wettbewerbsfähige infrastrukturelle Grundlagen wirken in diesem Szenario anziehend auf gut gebildete und qualifizierte Beschäftigte, was in der Folge einen auch in der Peripherie digitalisierten Industriesektor mit hybriden Arbeitsformen und mit dem Zentrum eng vernetzten Wertschöpfungsketten befördert.

1

EINLEITUNG: REGIONALE DISPARITÄTEN UND INDUSTRIEPOLITISCHE IMPLIKATIONEN

In Deutschland tragen industrielle Wertschöpfungsketten im Verbund mit industrienahen Dienstleistungen maßgeblich zu Wachstum und Wohlstand bei. Die zunehmende Digitalisierung erfordert damit insbesondere auch eine Modernisierung der Industrie, wenn diese weiterhin im internationalen Wettbewerb bestehen und ihrer Rolle als Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland gerecht werden soll. Zugleich zeigt der Blick auf die regionale Ebene, dass sowohl die Stärke und Bedeutung industrieller Strukturen als auch der Stand der Digitalisierung genauso wie die Lebensverhältnisse variieren. Insbesondere die Gegensätze zwischen peripheren ländlichen Räumen und städtischen Ballungsgebieten und Metropolregionen sind dabei augenfällig. Damit stellt sich die Frage nach (möglichen) Wechselwirkungen zwischen den Aktivitäten zur Digitalisierung der Industrie und der Entwicklung regionaler Disparitäten. Einen gemeinsamen Bezugspunkt bilden dabei die infrastrukturellen Grundlagen. Infrastrukturen erfüllen zentrale Funktionen, die über die reine Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen für Bürger_innen und Wirtschaft hinausgehen. Sie sind zentral, um eine innovations- und wettbewerbsfähige Wirtschaft zu flankieren. Flächendeckend für alle zugänglich sind sie auch ein wichtiger Baustein, der gesellschaftliche und wirtschaftliche Teilhabe ermöglicht, um Lebensqualität zu fördern. Im Sinne der ökonomischen Voraussetzungen des Alltagslebens – die Autor_innen des Foundational Economy Collective (2019: 64) sprechen von einer Fundamentalökonomie – stellen die soziale und materielle Infrastruktur die „für die Wohlfahrt unverzichtbare[n] Güter und Dienstleistungen". In welchem Umfang diese Infrastrukturen tatsächlich vorhanden sind, variiert jedoch zwischen den Regionen erheblich. Insofern ergibt sich ein „besondere[s] bundesrepublikanische[s] Verhältnis von Daseinsvorsorge und räumlicher Ordnung" (Neu 2009a: 11), um die im Grundgesetz (Art. 72 Abs. 2 GG) festgeschriebene Aufgabe zur „Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse im Bundesgebiet" zu fördern. Dementsprechend findet sich im Raumordnungsgesetz (ROG) die Leitvorstellung „einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung mit gleichwertigen Lebensverhältnissen in den Teilräumen" (Art. 1 Abs. 2 ROG).[1]

Sowohl das Ziel großräumiger Ausgewogenheit als auch das der gleichwertigen Lebensverhältnisse verdeutlicht, dass es darum geht, ein belastbares Niveau an Daseinsvorsorge, Teilhabemöglichkeiten und sozialem Zusammenhalt sicherzustellen. Zugleich sind damit regionale Disparitäten bis zu einem gewissen Grad akzeptabel. Bei der Frage nach dem Umfang und der Entwicklung solcher Ungleichheiten standen in den vergangenen drei Jahrzehnten häufig die ostdeutschen Bundesländer im Fokus. Hierzu konstatiert der Jahresbericht der Bundesregierung zum Stand der Deutschen Einheit (BMWi 2019b: 11), dass 30 Jahre nach der Wiedervereinigung die „Angleichung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit und der Lebensverhältnisse zwischen Ost- und Westdeutschland (…) weit vorangekommen" ist. Umso wichtiger erscheint es, den Blick für die regionalen Disparitäten jenseits des Ost-West-Vergleichs und der Ebene von Bundesländern auf die Regionen zu richten.[2] Denn „zwischen den Regionen Deutschlands [bestehen] weiterhin erhebliche ökonomische Ungleichgewichte" (BMWi 2019b: 15) – mit weitreichenden Auswirkungen, denn eine „funktionierende Fundamentalökonomie setzt auf und baut auf starke Provinzen" (Streeck 2019: 104). Aus erheblich ungleichen ökonomischen und infrastrukturellen regionalen Rahmenbedingungen folgen damit ungleiche Lebensverhältnisse. Damit geht die Sorge vor einem weiteren Auseinanderdriften der Gesellschaft, zunehmender Ungleichheit, schwindendem gesellschaftlichen Zusammenhalt und politischer Polarisierung einher. Regionale Disparitäten stellen eine gesellschaftliche Problemlage und politische Herausforderung dar. Insofern ist es folgerichtig, wenn die Bundesregierung als Ziel formuliert, „eine Verfestigung der bestehenden Disparitäten zu verhindern, mit gezielten Ansätzen gegenzusteuern und den gesellschaftlichen Zusammenhalt zu stärken" (BMWi 2019b: 15).

Als eine zentrale Dimension bestehender Disparitäten kann die auseinanderdriftende Entwicklung zwischen

1 Wobei Kersten (2006: 245f.) darauf hinweist, dass im ROG die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse nur eine von mehreren Leitvorstellungen darstellt.

2 Jakszentis und Hilpert (2005: 6, 2007: 27) haben schon Anfang der 2000er-Jahre darauf hingewiesen, dass die Regionen in Ostdeutschland zunehmend heterogener werden. Abgehängte Regionen und international wettbewerbsfähige Standorte finden sich sowohl in vergleichbaren westwie auch ostdeutschen Regionen.

dynamischen, wachsenden urbanen Ballungsgebieten und Metropolregionen sowie wirtschaftlich starken, aber weniger urbanen Regionen auf der einen Seite und schrumpfenden ländlichen Räumen auf der anderen Seite[3] identifiziert werden. „Während einzelne Städte boomen, drohen ganze Regionen langfristig abgehängt zu werden. (…) [D]ie Abstände zwischen den dynamischen und den benachteiligten Regionen [haben sich] verfestigt" (Fink et al. 2019: 3).[4] „Die Sorge vor einem weiteren Aufreißen der Lücken zwischen Stadt und Land und zwischen Gewinner- und Verliererregionen des Strukturwandels sitzt tief und damit auch die Sorge vor sozialen und politischen Verwerfungen" (Pflüger 2019: 2). Die ländlichen Räume stehen dabei vor multiplen, sich gegenseitig verstärkenden Herausforderungen: Niedrige Geburtenraten und die Alterung der Bevölkerung werden durch die Landflucht junger Menschen verschärft, der Wegzug insbesondere gut gebildeter und höher qualifizierter Personen verstärkt die wirtschaftlichen Probleme und schwächt so die Innovationsfähigkeit der ganzen Region. Wirtschaftlicher Niedergang führt zu klammen öffentlichen Kassen, was sich wiederum zu einem Rückbau von sozialer und materieller Infrastruktur zu entwickeln droht, womit die Attraktivität dieser Regionen weiter geschwächt würde (Fink et al. 2019: 10, 14; Neu 2009b: 82). Keim (2006: 3) bezeichnet dies als Peripherisierung von Räumen, denen „wirtschaftliche Produktivität und Infrastrukturfunktionen" entzogen werden. Demgegenüber stehen Agglomerationseffekte, durch die ohnehin gut aufgestellte Regionen weitere Menschen und Investitionen anziehen und dort Ressourcen gebündelt werden. Peripherisierung und Agglomeration sind damit zwei unabhängige Effekte[5], die von entgegengesetzten Ausgangspunkten kommend in die gleiche Richtung wirken: Sie führen zu einer Zunahme regionaler Disparitäten.

Die Bundesregierung (2019: 2) stellt auf Basis der Ergebnisse der Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse" fest, dass „Maßnahmen und Ansätze nicht nach der geographischen Lage einer Region, sondern nach den jeweiligen Bedarfslagen auszurichten sind". Dafür müssen die vier Bereiche Struktur-, Regional-, Wirtschafts- und Industriepolitik zusammengedacht werden. An dieser Stelle wird die politikwissenschaftlich-steuerungsbezogene Perspektive der vorliegenden Studie deutlich. Diese unterscheidet sich von ebenso denkbaren Fragestellungen aus Nachbardisziplinen wie der Industriesoziologie, den Wirtschafts- und Finanzwissenschaften, der Verwaltungswissenschaft oder der sozialwissenschaftlichen Raumforschung. In Abgrenzung zu diesen Disziplinen geht es hier darum, wie staatliche Akteure mit den ihnen zur Verfügung stehenden Steuerungsmöglichkeiten agieren. Vor allem interessiert dabei, wie handlungsleitend konkrete regional-bedarfsorientierte Ansätze, wie sie die Kommission in ihren Empfehlungen vorsieht, in diesem Querschnittspolitikfeld sind und bereits angewandt werden.

Hierbei spielt die bisher kaum in diesem Zusammenhang thematisierte Frage[6] nach der Digitalisierung der Industrie – die in Deutschland unter dem Label Industrie 4.0 verhandelt wird (siehe Kapitel 4) und eine Schnittstelle der vier genannten Bereiche darstellt – eine zentrale Rolle (neben der besonderen Rolle der Industrie für die deutsche Wirtschaft – siehe Kapitel 3). Der Begriff „Industrie 4.0" lässt sich als ein übergeordneter Kampagnenbegriff charakterisieren, der den deutschen Diskurs über die Digitalisierung der Industrie prägt. Als solcher konnte er auch eine Leitbildfunktion für die strategische Ausrichtung der Bundesregierung gewinnen, weil er „einen grundlegenden Innovations- und Transformationsprozess industrieller Wertschöpfung" beschreibt, der verschiedenste Prozesse der Digitalisierung unterschiedlicher Teile des industriellen Sektors umfasst (BMWi 2019c: 3).[7]

Die besondere Rolle von Industrie 4.0 für die zukünftige Entwicklung regionaler Disparitäten speist sich aus mehreren Quellen. Erstens ist in ländlichen Räumen die verarbeitende Industrie (neben Handwerk und Agrarwirtschaft), im Sinne des Anteils der dort beschäftigten Menschen, von größerer Bedeutung als in den vom Dienstleistungssektor geprägten urbanen Zentren. Der Erhalt dieser Arbeitsplätze ist aufs Engste mit der Zukunftsfähigkeit der häufig kleinen und mittelständischen Industrieunternehmen verknüpft. In der Folge kommt es zu einer doppelten Herausforderung: einerseits durch den wirtschaftlichen Strukturwandel im Allgemeinen und andererseits durch die unsicheren Auswirkungen der Digitalisierung im Besonderen. Zweitens geht die Peripherisierung ländlicher Räume auch mit „schwache[n] funktionale[n] Verflechtungen" mit den hochindustriellen und technologischen Zentren einher (Keim 2006: 4). Zugleich bietet sich mit der Digitalisierung allerdings auch die Chance auf neue Verknüpfungen. Mit der Digitalisierung nimmt die Bedeutung von räumlicher Entfernung in vielen Fällen ab. Dieser Zusammenhang ist zwar für den nicht personenbezogenen

---

3 Fink et al. (2019: 8) schlagen dieser Seite, die sie hauptsächlich in Ostdeutschland verorten, einige städtische Gebiete in Westdeutschland zu, die durch andauernden Strukturwandel infolge des „Bedeutungsverlust[s] altindustrieller Wirtschaftszweige (z.B. Bergbau und Schwerindustrie)" geprägt sind (insbesondere zählt hierzu das Ruhrgebiet).

4 Eine Studie des Thünen-Instituts (die 13 Indikatoren aus Wirtschaft, soziale Lage, Daseinsvorsorge und Infrastruktur berücksichtigt) für 2010 bis 2015 kommt zwar zu dem Ergebnis, dass sich die regionalen Disparitäten (auf der Ebene der 361 Kreisregionen) im betrachteten Zeitraum „insgesamt nicht markant vergrößert haben, sondern überwiegend konstant oder rückläufig waren" (Küpper/Peters 2019: XIV). Insofern lassen sich „weder ein grundsätzliches Auseinanderdriften der Kreisregionen in Deutschland noch eine Abkopplung ländlicher Räume von der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung pauschal feststellen" (Küpper/Peters 2019: XIX). Dies trifft aber gerade nicht auf den Indikator des Arbeitsvolumens zu, bei dem die regionalen Disparitäten zwischen ländlichen und städtischen Räumen massiv zugenommen haben (Küpper/Peters 2019: 112).

5 Dies schließt nicht aus, dass ein Phänomen, wie der Wegzug junger, gut qualifizierte Menschen aus peripheren ländlichen Räumen in hochverdichtete städtische Agglomerationsräume (Ballungsgebiete), beide Effekte zugleich haben kann.

6 In den neueren Studien zu regionalen Disparitäten (Fink et al. 2019; Küpper/Peters 2019; Oberst et al. 2019; Sixtus et al. 2019) werden diese zwar anhand eines breiten Spektrums wirtschaftlicher, demografischer, infrastruktureller, sozialer und politischer Indikatoren untersucht, verbleiben dabei aber etwa mit BIP, Einkommen oder Gehältern auf einer Ebene, die nur die von der unterschiedlichen Wirtschaftsstruktur abhängigen Variablen in den Blick nimmt und nicht die regionale Branchenunterschiede selbst.

7 Das Verhältnis zwischen den Begriffen „Industrie 4.0" und „Digitalisierung" ist mithin ambivalent, weil sie nicht einfach als Ober- oder Unterbegriff konzeptualisiert werden können. Daher wird im Folgenden insbesondere dann von Industrie 4.0 gesprochen, wenn es um das so bezeichnete Gesamtkonzept der politischen Vision einer zukunftsfähig gestalteten Industrie geht. Dagegen steht begrifflich die Digitalisierung der Industrie im Zentrum, wenn es um spezifische Schritte und Maßnahmen, Umsetzungen oder den Stand der Digitalisierung konkreter Prozesse und die Nutzung digitaler Instrumente geht.

Dienstleistungsbereich bedeutsamer, trifft aber auch auf Teile des Industriesektors und des produzierenden Gewerbes zu. Denn auch hier kann sich der Anteil an Tätigkeiten erhöhen, die im Homeoffice oder Remote ausgeführt werden können (bis hin zur Fernwartung von Maschinen). Hierdurch entfällt die Notwendigkeit eines arbeitsnahen Wohnortes. Durch den Wegfall längerer Arbeitswege und Staus könnten ländliche Räume attraktiver werden, als sie es nur durch den Wegfall teurer Mieten im Vergleich zu Ballungsgebieten aktuell sind. Die Digitalisierung kann damit das „Gefälle zwischen Stadt und Land bzw. zwischen Ballungsräumen und kleinen Städten (…) verringern, weil E-Working, Home Offices etc. es ermöglichen, die hohen urbanen Kosten großer Städte zu umgehen" (Pflüger 2019: 8). Zugleich würde hierdurch die Nachfrage nach Dienstleistungen an solchen Wohnorten steigen, sodass in diesen Räumen auch neue Arbeitsplätze jenseits des Industriesektors entstehen könnten.

Diese Entwicklung ist jedoch alles andere als ein Selbstläufer. Vielmehr wäre sogar eine umgekehrte Wirkung möglich. Die Digitalisierung der Industrie birgt auch Gefahren. Wenn mit der fortschreitenden Digitalisierung der Industrie weitere Tätigkeiten aus dem niedrigen und mittleren Qualifikationssegment durch feinfühligere autonome Roboter und künstliche Intelligenz (KI) automatisiert werden, könnten gerade die aktuell noch vorhandenen ortsgebundenen Arbeitsplätze in strukturschwachen Regionen wegfallen. Insbesondere besteht diese Gefahr, wenn die dahinterstehende Strategie primär auf Agglomerationseffekte setzt. Daraus resultiert die Möglichkeit, dass „neue, innovative und zukunftsfähige Arbeitsplätze nicht unbedingt in den Ländern und Regionen entstehen werden, in denen bestehende Arbeitsplätze durch technologischen Fortschritt und Produktivitätssteigerung wegfallen" (BMWi 2019a: 7). Denn eine Agglomerationsstrategie würde die ohnehin disparate Verteilung der industriellen Zentren in Deutschland, vor allem mit Blick auf die hochwertige Produktion, weiter verfestigen. Der Fokus läge dann auf den ohnehin starken industriellen Zentren in Metropolregionen, die unter anderem durch Hochschulen und außeruniversitäre Forschungsinstitute einen einfachen Austausch von Wissen und Ideen und den Zugriff auf qualifiziertes Personal ermöglichen.

Hinzu kommt die Pfadabhängigkeit des Wandels hin zu einer Industrie 4.0 (Hirsch-Kreinsen 2018) die disruptiven, strukturellen Veränderungen und einem Aufbrechen regionaler Disparitäten im Weg stehen dürfte. „Die Konzentration wirtschaftlicher Aktivitäten auf die Großstädte Deutschlands und deren Umland hat (…) zulasten insbesondere peripherer ländlicher Räume zugenommen" (Küpper/Peters 2019: XIX). Aus dieser Perspektive geht die Umsetzung von Industrie 4.0 mit der Gefahr einher, nicht nur regionale Disparitäten nicht abzubauen, sondern im Gegenteil zu einer weiteren Peripherisierung schon jetzt abgehängter ländlicher Räume beizutragen.

2

FRAGESTELLUNG UND METHODISCHES VORGEHEN

Die Frage nach der Bedeutung von Digitalisierung und Industrie 4.0 für Deutschland ist somit nicht nur eine Frage nach dem Status quo ihrer Umsetzung, sondern aufs Engste verwoben mit der Rolle regionaler Heterogenitäten und Disparitäten. Diese Studie fragt deshalb konkret nach den bestehenden Unterschieden in Bezug auf den Stellenwert von Industrie und industrieller Wertschöpfung im Kontext grundsätzlicher regionaler Disparitäten – wie sie insbesondere zwischen urbanen städtischen und ländlichen Räumen konstatiert werden. Ein besonderer Blick wird dabei auf die regionale Relevanz und Umsetzung von Industrie 4.0 gerichtet. Dabei stehen zwei Fragen im Zentrum:

1. Führt die Digitalisierung der Industrie eher dazu, die bestehenden Disparitäten zu verstärken, oder gehen mit Industrie 4.0 neue Chancen für periphere Zonen der industriellen Produktion einher?
2. Wie gehen staatliche Akteure aus einer Steuerungsperspektive mit dieser neuen Herausforderung um? Insbesondere: Welche Rolle spielt Industrie 4.0 in den Digitalstrategien[8] der Bundesländer, und was sind die digitalisierungsbedingten Folgen für die regionalen Disparitäten?

Um diese Fragestellung zu beantworten, nutzt diese Studie eine vierstufige methodische Herangehensweise. Erstens erfolgt eine Auswertung vorliegender Literatur und Studien zu Industrie 4.0 in Deutschland sowie der Materialien von Bundesregierung, Wirtschafts- und Arbeitsministerium sowie relevanter (Steuerungs-)Akteure wie der IG Metall und Plattformen (Plattform Industrie 4.0, Bündnis Zukunft der Industrie).[9] Die so erworbenen Kenntnisse werden zweitens über eine empirische Analyse vorhandener Daten ergänzt. Dazu gehören etwa die Landkarte „Testzentren Industrie 4.0" (Plattform Industrie 4.0 o. J.b) und „Anwendungsbeispiele" der Plattform Industrie 4.0 (o. J.a). Zum Zeitpunkt dieser Untersuchung waren auf der Landkarte 376 Einträge für Anwendungsbeispiele vorzufinden (vgl. Plattform Industrie 4.0 o. J.a) – davon allein 186 im produzierenden Gewerbe (27 Logistik, 23 Aus- und Weiterbildung, 20 Infrastruktur, acht Landwirtschaft und 17 sonstige) (Stand 14.7.2020). Daher fokussieren wir uns in der folgenden Analyse auf das produzierende Gewerbe. Des Weiteren werden ausgewählte Fragen des Transformationsatlas der IG Metall zur Umsetzung von neuen Technologien und Digitalisierung in der Industrie herangezogen. Drittens soll anhand der Fälle Baden-Württemberg (BW), Hessen, Nordrhein-Westfalen (NRW) und Brandenburg auf regionalspezifische Besonderheiten und Unterschiede hingewiesen werden, wobei unterschiedliche statistische Daten auf Ebene der Landkreise in die Betrachtung mit einfließen.[10]

Neben der Auswertung von Literatur und empirischer Daten erfolgt viertens eine qualitative inhaltsanalytische Untersuchung der Digitalstrategien der ausgewählten Bundesländer (siehe Tabelle 1). Hierbei wird zum einen der Stellenwert von Industrie 4.0 bzw. der Digitalisierung der Industrie in den

---

8 Der Begriff der Digitalstrategie bezieht sich auf die Selbstetikettierung der Länder. Der Begriff wird hier übernommen, weil er im Sprachgebrauch der Akteur_innen verankert ist. Gleichwohl wird damit weder ausgedrückt, dass es sich um strategische Ansätze handelt, noch, dass die dort verhandelten Konzepte tatsächlich ein voll in das Regierungshandeln integriertes Vorgehen abbilden.

9 Die „Plattform Industrie 4.0" wurde 2013 auf der Hannover Messe gestartet. Sie verbindet Akteur_innen aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden unter Leitung der Bundeswirtschafts- und Forschungsministerin, um „Strategien, fachliche Lösungsansätze und Empfehlungen zu den wichtigsten Themen der Industrie 4.0" zu erarbeiten (BMWi 2020c). 2015 initiierten BMWi, BDI und IG Metall das Bündnis „Zukunft der Industrie". In Zusammenarbeit mit heute 14 weiteren Partnern soll eine moderne Industriepolitik gestaltet werden, die zur Modernisierung des Industriestandorts Deutschland beiträgt, die Akzeptanz für Industrie erhöht und die industrielle Wettbewerbsfähigkeit stärkt (BMWi 2020b).

10 Aus forschungspraktischen Gründen musste eine Auswahl der einzubeziehenden Bundesländer erfolgen. Zugleich sollte die notwendige Breite an unterschiedlichen Kontextfaktoren (industrielle Prägung und Stärke, Verteilung ländlicher Gebiete und Ballungsräume, Entwicklungsdynamik) für die Analyse sichergestellt werden. Die Auswahl folgt damit einem „different-cases-design". Baden-Württemberg: industriegeprägt, exportorientiert, stabile Entwicklung; NRW: klassisch industriegeprägt, im Strukturumbruch; Hessen: Nord-Süd-Teilung bei Industrietradition und Verdichtung; Brandenburg: ländlicher Raum, dynamische Entwicklung.

Tabelle 1
Aktuelle Digitalstrategien der untersuchten Länder

Land	Bezeichnung	Jahr
Baden-Württemberg	Digitalisierungsstrategie „digital@bw“	2018
Brandenburg	Zukunftsstrategie „Digitales Brandenburg“	2019
Hessen	Strategie Digitales Hessen „Intelligent. Vernetzt. Für Alle“	2016
Nordrhein-Westfalen	Strategie für das digitale Nordrhein-Westfalen „Teilhabe ermöglichen – Chancen eröffnen“	2018[10]

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

politischen Strategiedokumenten untersucht. Zum anderen wird der Frage nachgegangen, inwieweit die gewählte Digitalstrategie dazu beiträgt, regionale Disparitäten abzubauen, oder ob sie diese im Gegenteil sogar verschärft. Bei der vergleichenden Betrachtung der strategischen Steuerungsperspektiven der Bundesländer wird an einigen Stellen auf Divergenzen bei den eingesetzten finanziellen Mitteln eingegangen. Eine tiefgehende Auseinandersetzung kann an diesen Stellen jedoch nicht erfolgen, insbesondere weil die zur Verfügung stehenden Daten dies nicht hergeben. Aufgrund der Darstellung und Aufbereitung der Investitionsprogramme, vielfältiger Unklarheiten über den Abruf der Fördersummen sowie der unterschiedlichen Digitalisierungsbereiche des Industrie-4.0-Konzepts lassen sich einzelne Maßnahmen und Ausgabeposten nicht einfach zuordnen und aufsummieren.

Seriösen Aussagen über Gesamtinvestitionshöhen in Industrie 4.0 sind so weder für die einzelnen Bundesländer und noch viel weniger aus vergleichender Perspektive ohne Weiteres möglich. Die Digitalstrategien sind aber sehr gut geeignet, Unterschiede in den identifizierten Herausforderungen, den dahingehend gesetzten Schwerpunkten und damit der strategischen Ausrichtung der politischen Steuerung – und inwieweit dabei regionale Disparitäten eine Rolle spielen und berücksichtigt werden – zu identifizieren.

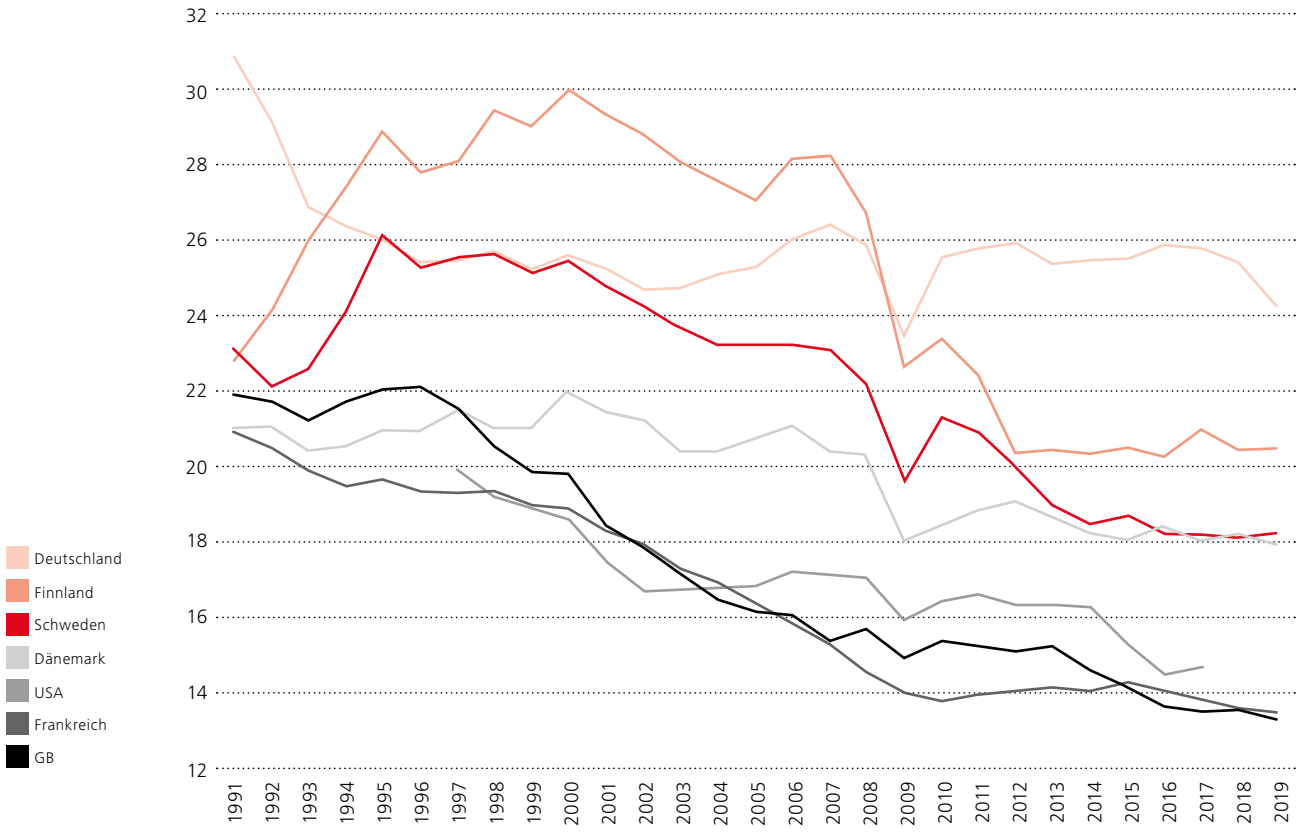
11 Im Fall von Nordrhein-Westfalen ist noch die Arbeitsfassung aus Dezember 2018 und nicht die Neufassung vom April 2019 untersucht worden.

3

BESONDERE ROLLE DER INDUSTRIE FÜR DIE DEUTSCHE WIRTSCHAFT

Im internationalen Kontext wird die fortschreitende Digitalisierung vornehmlich in den Dienstleistungs- und Wissensbranchen verortet. Sie reiht sich damit in die lange Reihe der Erzählungen von der postindustriellen Dienstleistungsgesellschaft (vgl. Bell 1973) ein, die die Debatten in den OECD-Ländern dominiert. Vor dem Hintergrund der Krise des deutschen Modells (1993–2005), in der zeitweise von Deutschland als dem „kranken Mann Europas" die Rede war, setzte die internationale Erfolgsformel der Wissens- und Dienstleistungsorientierung auch die bundesdeutsche Wirtschaftspolitik erheblich unter Druck. Zwar konnte man sich nicht ganz davon dispensieren; gleichwohl behauptet sich in Deutschland der industriebasierte Pfad. Ein Merkmal der ersten Jahrzehnte der Bundesrepublik war das stetige Wachstum des Industriesektors. In den 1970er und 1980er Jahren wandelte sich diese Situation. Die Beschäftigung im industriellen Bereich stagnierte zunächst und begann dann, langsam zu sinken. Zugleich wandte sich die Nachfrage

Abbildung 1
Beitrag zur Wertschöpfung (Industrie inkl. Energie)



Quelle: OECD (2020); eigene Darstellung.

verstärkt den Dienstleistungen zu, sowohl was Konsum und haushaltsnahe Dienstleistungen als auch unternehmensnahe Dienstleistungen betrifft. Diese Verschiebungen waren Teil eines fortlaufenden Strukturwandels, der mit einem Diskurs um die Ablösung der Industrie- durch die Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft einherging. Dieser Diskurs verdeckt jedoch die weiterhin vorhandene Relevanz des industriellen Sektors insbesondere in Deutschland. Verglichen mit anderen, nicht nur europäischen Ländern, sticht heraus, dass in Deutschland der Anteil der industriellen Wertschöpfung auch in den vergangenen 25 Jahren relativ stabil bei 25 Prozent lag. In anderen klassischen Industrieländern wie Frankreich, Großbritannien und den USA fand dagegen im gleichen Zeitraum eine drastische Reduzierung der industriellen Kapazitäten statt (vgl. Schroeder et al. 2017: 4). In Großbritannien sank der Wertschöpfungsanteil des Industriesektors (inklusive Energie) von 21 Prozent Anfang der 1990er-Jahre auf 13,3 Prozent im Jahr 2019, in Frankreich von 20 auf 13,5 Prozent und in den USA von 20 auf 14,7 Prozent (vgl. Abbildung 1).

Gleichwohl macht es Sinn, die Stabilität der industriellen Produktion in Deutschland aus zwei Perspektiven differenzierter zu betrachten. Zum einen zeigt sich auf der regionalen Ebene,[12] analog zu erheblichen Unterschieden in den sozioökonomischen Strukturen und damit letztlich auch Innovationspotenzialen, eine stark differierende Bedeutung des Industriesektors. Der Anteil der Erwerbstätigen im produzierenden Gewerbe variierte 2018 in den Flächenländern zwischen 34,7 Prozent in Baden-Württemberg und 20,9 Prozent in Schleswig-Holstein (vgl. Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2019). Differenzen finden sich jedoch nicht nur zwischen den Bundesländern, sondern vielmehr noch auf der regionalen Ebene, bis hinunter zur Kreisebene. Innerhalb von Baden-Württemberg lagen die Unterschiede im Jahr 2016 in den Landkreisen zwischen 52 Prozent in Tuttlingen[13] und 19,9 Prozent in Tübingen (vgl. Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2020b). Zum anderen lässt sich auch für Deutschland seit den 1970er Jahren ein veritabler Beschäftigtenrückgang im industriellen Sektor konstatieren. Wichtiger ist jedoch, dass sich die Bedeutung der Industrie für Wirtschaft und Wachstum in den vergangenen zwei Jahrzehnten auch bezogen auf die Beschäftigtenentwicklung stabilisierte. Zwischen 2007 und 2019 stieg die Zahl der Erwerbstätigen im produzierenden Gewerbe von 7,8 auf knapp 8,4 Millionen – allerdings wuchs der Dienstleistungsbereich im gleichen Zeitraum schneller (von 29,5 auf 33,7 Millionen) (vgl. Statistisches Bundesamt 2020a).

Die im Vergleich zum Dienstleistungssektor gering erscheinenden Anteile des verarbeitenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung – 21,6 versus 69,4 Prozent – und dem Beschäftigtenanteil – 17,1 versus 74,6 Prozent – verdecken jedoch die weit darüber hinaus gehende Bedeutung des Industriesektors für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland. Sie ignorieren, dass das Wachstum der Dienstleistungen außerhalb der Industrie häufig ein Ergebnis unternehmerischer Auslagerungsstrategien ist. Darüber hinaus strahlt die Nachfrage nach Industriegütern meist unmittelbar auf den Dienstleistungssektor aus und generiert dort Aufträge und Arbeitsplätze. Unternehmensnahe Dienstleistungen profitierten am deutlichsten davon. So entfallen mehr als die Hälfte der gesamten Dienstleistungsproduktion auf diesen Bereich (vgl. Edler/Eickelpasch 2013: 16ff.). Zu den unternehmensnahen Dienstleistungen zählen etwa der Wirtschaftszweig Verkehr und Lagerei bei den wenig wissensintensiven Arbeiten sowie freiberufliche technische, wissenschaftliche und ingenieursbezogene Tätigkeiten. Von den 33,4 Millionen Erwerbstätigen im Dienstleistungssektor waren 2018 insgesamt 6,2 Millionen im engen Bereich der unternehmensnahen Dienste tätig (vgl. Statistisches Bundesamt 2020b).

---

12 Die 16 Bundesländer untergliedern sich in insgesamt 294 Landkreise und 107 kreisfreie Städte.

13 Mit über 400 Unternehmen aus dem Bereich Medizintechnik bezeichnet sich Tuttlingen selbst als „Weltzentrum der Medizintechnik" und Europas größtes Medizintechnikcluster, in dessen Umfeld weitere exportorientierte Unternehmen des Maschinenbaus sowie unternehmensnahe Dienstleister angesiedelt sind. Dabei blickt die Stadt auf eine lange Tradition zurück. So startete etwa die Serienfertigung chirurgischer Instrumente bereits im Jahr 1867 (Stadt Tuttlingen 2017: 1, 4, 24).

4

BESONDERHEITEN DER INDUSTRIE-4.0-DEBATTE IN DEUTSCHLAND

Die aktuellen Debatten um die zukünftige wirtschaftliche Ausrichtung werden durch das Schlagwort der Digitalisierung bestimmt. Die mit der Digitalisierung einhergehenden Umbrüche schlagen sich auch in den gesellschaftspolitischen Diskursen nieder, die den Zusammenhang zwischen der wirtschaftlich-technischen Digitalisierung und ihren gesellschaftlichen Auswirkungen in den unterschiedlichen Bereichen thematisieren. Bezogen auf den Industriesektor wird häufig, besonders in der deutschen Debatte, von Industrie 4.0[14] gesprochen. Der aus der Softwareentwicklung stammende Zusatz 4.0 – als Versionsnummer – übernimmt dabei eine Zählweise, die für den historischen Verlauf der industriellen Entwicklung genutzt wird. Sie verläuft von der ersten industriellen Revolution (Dampfmaschine), über die zweite (Fließband) und die dritte (Computer) hin zur vierten industriellen Revolution (Vernetzung) (vgl. Schwab 2016: 16f.). Kern dieser vierten Revolution ist die neue Qualität selbstgesteuerter cyber-physikalischer Systeme (CPS), womit die allgegenwärtige, dezentrale Vernetzung und autonome Kommunikation von IT-gesteuerten Maschinen, Produkten und Menschen gemeint ist. Im Vordergrund steht die digitale Vernetzung der Produktionsmittel, um effektivere und effizientere Produktionsabläufe zu erreichen. Auf der ersten Ebene zielt Industrie 4.0 damit auf die „Prozesseffizienz industrieller Wertschöpfung" und auf der zweiten Ebene „auf Produktinnovationen in Form von intelligenten und vernetzten Produkten" (Obermaier 2019: 4f.). Erkennbar wird, dass weder eine Vollautomatisierung der Produktion noch eine grundlegende Überwindung der auf abhängiger Beschäftigung aufbauenden Arbeitsgesellschaft im Zentrum steht.[15] Zugleich wird aber auch deutlich, dass Industrie 4.0 ein Gesamtkonzept darstellt. In CPS integrierte physische und digitale Prozesse, Mensch-Maschine-Interaktionen, die Vernetzung verteilter Systeme über das Internet der Dinge (IoT), Robotik und KI sind nicht isoliert, sondern als vernetzte Dimensionen zu sehen (vgl. Deckert 2019: 7, 12f.). So ist „Industrie 4.0 abhängig von zahlreichen Technologien und deren Konvergenz; das heißt davon, inwieweit diese zusammenwachsen, vernetzt werden und interagieren können" (Dworschak/Zaiser 2019: 81). In der Folge ist die Digitalisierung der Industrie nicht automatisch mit einer erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0 gleichzusetzen. Vielmehr stellt der Industrie-4.0-Ansatz eine Gesamtvision dar, die in der Praxis der betrieblichen Implementierung wieder auf die hierunter zusammengefassten Einzelaspekte heruntergebrochen wird. Die inkrementelle Digitalisierung von Teilbereichen der industriellen Entwicklung, Fertigung, von Produkten und Services wird damit nicht nur zum Gradmesser für den Stand der Umsetzung dieser Vision. Eine Vielzahl an möglichen kleinen ersten Schritten erleichtert auch den Einstieg in die Modernisierung der Industrie und bietet vielfältige Ansatzpunkte für unterstützende Maßnahmen im Rahmen industriepolitischer Strategien.

Aufgrund der besonderen Bedeutung des industriellen Sektors „als Rückgrat und Anker" für Wertschöpfung, Beschäftigung und Wettbewerbsfähigkeit der exportorien-

14 Der Begriff „Industrie 4.0" wurde auf der Hannover Messe 2011 erstmal einer breiten Öffentlichkeit gegenüber verwendet. Die Wortschöpfung kommt aus dem Umfeld von acatech, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaft und deren Präsident Henning Kagermann. Als Teil der Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft der Bundesregierung schlug sie am 25.1.2011 das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 als Handlungsempfehlung vor, um Deutschland im globalen Wettbewerb als „Produktionsstandort auch in einer Hochlohnregion behaupten zu können", was bedeute, „sich fit zu machen für die vom Internet getriebene 4. industrielle Revolution" (vgl. Kagermann et al. 2011). „Wie kein anderes Land ist Deutschland befähigt, die Potenziale einer neuen Form der Industrialisierung zu erschließen: Industrie 4.0", so der Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 zur Umsetzungsempfehlung des Zukunftsprojektes (Forschungsunion/acatech 2013: 5).

15 Die Debatte um die Industrie 4.0 weicht damit von der arbeitsmarktbezogenen Digitalisierungsdebatte, ausgelöst durch die Studie von Frey und Osborne (2013), nach deren Prognose 47 Prozent der Berufstätigen auf dem amerikanischen Arbeitsmarkt von einem Wegfall ihres Arbeitsplatzes aufgrund von Automatisierung (durch flexiblere Roboter, Algorithmen und KI-Systeme) bedroht sind, ab. Unberücksichtigt blieb das Potenzial der Digitalisierung für das Entstehen neue Berufe, Tätigkeiten und Einsatzfelder. Der Unterschied zu früheren Etappen des Strukturwandels ist, dass nicht überwiegend geringqualifizierte Arbeitsplätze gefährdet sind, sondern ein viel breiteres Spektrum von Berufen und Tätigkeiten durch die Digitalisierung betroffen sein könnte (vgl. Schroeder et al. 2017: 5). Die sich daraus ergebende Herausforderung liegt aber weniger in der Substituierbarkeit dieser Tätigkeiten als in der notwendigen (Weiter-)Qualifizierung der Beschäftigten, um mit den Anforderungen der Digitalisierung Schritt halten zu können (vgl. Pothmer et al. 2019: 5).

tierten deutschen Wirtschaft (Schroeder 2017: 1) fokussiert sich ein beachtlicher Teil der Digitalisierungsdebatten auf die Industrie 4.0. Dementsprechend nimmt dieses Thema auf der politischen Ebene, sowohl im Bund als auch in den Ländern, einen zentralen Stellenwert ein. Besonders deutlich wurde dieser in der Digitalen Agenda 2014–2017 der Bundesregierung, bei deren Umsetzung dem Bundeswirtschaftsministerium eine Schlüsselrolle zukam. Unter der Kapitelüberschrift „Digitale Wirtschaft und digitales Arbeiten" wird einleitend festgestellt: „Die Wirtschaft ist von diesen Veränderungen in ihrem Kern massiv betroffen. ‚Industrie 4.0', die vernetzte Produktion, hat das Potenzial, Wertschöpfungsketten grundlegend neu zu gestalten und die Geschäftsmodelle der deutschen Leitbranchen wie Anlagen- und Maschinenbau, Automobilbau, Elektro- und Medizintechnik erheblich zu beeinflussen" (BMWi et al. 2014: 13). Auch in der 2019 veröffentlichten Nationalen Industriestrategie 2030 wird Industrie 4.0 weiterhin als ein „außerordentlich wichtiger Game-Changer" bezeichnet (BMWi 2019a: 10). Industrie 4.0 als wesentlicher Teil der politischen Digitalstrategien findet sich des Weiteren in der Digital Strategie 2025 (BMWi 2016: 41ff.) und der Hightech-Strategie des Bundesforschungsministeriums (BMBF 2014: 16; BMBF 2018a: 13f.).

Die deutsche Industrie-4.0-Strategie stellt dabei nicht nur eine Alternative zum marktbasierten Silicon-Valley-Modell der USA dar, sondern auch zur chinesischen staatszentrierten Top-Down-Steuerungsstrategie. Offensichtlich ist, dass die deutsche Industrie-4.0-Debatte aus der Defensive geboren wurde. Diese zeigt sich insbesondere an der strukturellen Wettbewerbsschwäche der deutschen Wirtschaft, wenn es um Anwendungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) für Endkund_innen gegenüber den amerikanischen und führenden asiatischen Wettbewerbern geht.

5

POLITISCH-STRATEGISCHE IMPLEMENTIERUNG VON INDUSTRIE 4.0

In Deutschland wird unter dem Begriff der Industrie 4.0 seit 2011 eine kooperative Digitalisierungs- und Industriestrategie verfolgt. Im Zentrum der Strategie steht die Besinnung auf die traditionelle Stärke der deutschen Wirtschaft: die deutsche Industrie mit ihrem ingenieurstechnischen Know-how und einer diversifizierten Qualitätsproduktion. Sie wird als Schlüssel für die strategischen Zukunftsdebatten der deutschen Wirtschaft betrachtet. Insbesondere in diesem Bereich soll daher die Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden.

5.1 LEITBILD INDUSTRIE 4.0 DER BUNDESREGIERUNG

Die Industrie-4.0-Strategie der Bundesregierung weist zwei Kernelemente auf. Erstens sollen die wirtschafts-, technik-, bildungs- und arbeitsmarktorientierten Politikfelder besser verzahnt werden. Zweitens sollen Staat, Gewerkschaften, Unternehmen und Wissenschaft stärker kooperieren. So soll eine bessere Koordination der nötigen Aktivitäten ermöglicht und zugleich die technisch-ökonomische Fixierung der Digitalisierungsdebatte aufgebrochen werden. Mit dem mittlerweile erweiterten Ansatz, der den Aspekt Arbeit 4.0[16] der Industrie-4.0-Strategie an die Seite stellt, sollen auch die sozialen und gesellschaftlichen Chancen der Digitalisierung mitberücksichtigt werden. So soll die Chance für eine soziale und gesellschaftliche Innovationspolitik genutzt und die Digitalisierung im Sinne des sozialen Fortschritts gestaltet werden (vgl. Buhr et al. 2018). Die technisch-wirtschaftliche Fixierung der Digitalisierungsdebatte wird aufgebrochen und um eine sozial-arbeitsweltliche Komponente erweitert. Einen besonderen Stellenwert nimmt dabei das Thema Qualifikation ein. Zusammen mit dem möglichen Wegfall von Arbeitsplätzen und Tätigkeitsprofilen bei gleichzeitig neu entstehenden Berufsbildern (wie beispielsweise Datenanalyst_in) entstehen erhebliche Qualifizierungs- und Weiterbildungsbedarfe. Dementsprechend sieht das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2017: 104) im „Weißbuch Arbeit 4.0" eine zentrale Gestaltungsaufgabe, „denn die Zukunft des Wirtschaftsstandorts Deutschland hängt in entscheidendem Maße von der guten Bildung und Qualifikation seiner Arbeitskräfte ab" (BMAS 2017: 104).

Aber auch über den Aspekt von Qualifizierung, Aus- und Weiterbildung hinaus bieten revitalisierte korporatistische Arrangements entscheidende Ansatzpunkte für eine Verbindung von technologischen und sozialen Innovationen. Gleichzeitig können sie die Basis für eine breite gesellschaftliche Akzeptanz und Legitimation schaffen, um so die Digitalisierung offensiver angehen zu können. Das Bündnis „Zukunft der Industrie", die „Plattform Industrie 4.0" und der Dialogprozess Arbeiten 4.0[17] sind Teile einer revitalisierten kooperativen industriepolitischen Strategie – Industrie 4.0 steht somit in der deutschen Tradition einer korporatistischen Politik zwischen Staat und Verbänden (vgl. Schroeder 2017).

Die Industrie-4.0-Strategie setzt im Gegensatz zur angelsächsischen Strategiedebatte um ein neues Produktionsmodell nicht auf eine disruptive Perspektive.[18] Der durch die Digitalisierung getragene Wandel ist kein abrupter Bruch, sondern ein evolutionärer Prozess, der sich inkrementell vollzieht und damit entsprechend gestaltbar ist.[19] Die Unterschiede sind

---

16 Unter dem Oberbegriff „Arbeiten 4.0" wurde 2015 mit dem „Grünbuch Arbeiten 4.0" durch das BMAS ein doppelter Dialogprozess in Gang gesetzt, um neben technischen Initiativen auch Antworten auf die sich durch die Digitalisierung ergebenen sozialen und arbeitsbezogenen Fragen zu entwickeln. Dieser sollte unter Einbeziehung aller relevanten Akteur_innen aus Gesellschaft, Politik, Wissenschaft und Unternehmen politische Gestaltungsmöglichkeiten und Handlungsoptionen aufzeigen, um Chancen der Digitalisierung zu nutzen und Herausforderungen sowie Risiken angemessen zu begegnen. Die ersten Ergebnisse dieses Dialoges liegen seit 2017 mit dem „Weißbuch Arbeiten 4.0" vor (BMAS 2017).

17 Der Dialogprozess „Arbeiten 4.0" des BMAS startete 2015. Unter Einbeziehung von Expert_innen aus Wissenschaft und Praxis sowie der interessierten Öffentlichkeit wurden bis 2016 Gestaltungsoptionen für soziale Innovationen in der digitalen Arbeitswelt erarbeitet (BMAS 2019).

18 Gleichwohl bedeutet dies nicht, dass sich nicht auch in den Veröffentlichungen und Strategiepapieren der Bundesregierung und -ministerien immer wieder Begriffe wie „Disruption" oder „disruptive Innovation" finden lassen.

19 Ein evolutionärer, inkrementeller Prozess kann nichtsdestotrotz sowohl von sehr dynamischen Entwicklungsphasen gekennzeichnet sein als auch in seiner langfristigen Wirkung rückblickend revolutionäre Wirkungen zeitigen (vgl. Obermaier 2019: 3).

dabei auch politisch relevant: Während Vertreter_innen der disruptiven Perspektive auf grundlegend neu zu schaffende Produktions- und Geschäftsmodelle abheben, setzt der deutsche Diskurs um die Digitalisierung der Industrie primär auf Optimierungsmöglichkeiten bei schon länger praktizierten Prozessen der Produktions- und Produktinnovationen – also entsprechend der industriellen Spezialisierung. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Dimensionen liegt im unterschiedlichen Grad der potenziellen Interventions- und Gestaltungsmöglichkeiten.

Die deutsche Industrie-4.0-Strategie basiert auf einer dreidimensionalen Anlage:

3. Technologisch-arbeitsorganisatorisch geht es um eine umfassende digitale Durchdringung der Industrie. Dazu sollen neben Investitionen in die technische Infrastruktur wie in den Breitbandausbau auch Investitionen in Bildung, Ausbildung und Weiterbildung beitragen.
4. Es geht um einen integrierten Politikansatz, in dem eine lernorientierte Vernetzung zwischen den Bereichen Industrie, Arbeitsmarkt-, Sozialpolitik und Gesellschaft stattfindet. Insofern müssen auch Antworten auf die sozialen und gesellschaftlichen Konsequenzen gegeben werden.
5. Dies führt zu Initiativen und Akteurskonstellationen, die den Staat, die Unternehmerverbände, die Gewerkschaften sowie die Wissenschaft als Träger öffentlicher Lernprozesse begreifen, um eine Weiterentwicklung der Industrie in Fragen der Digitalisierung zu befördern.

Bei der Umsetzung einer solchen Strategie kann der Blick jedoch nicht auf der nationalstaatlichen Ebene verharren. Vielmehr kommt es auf die jeweiligen Potenziale der Bundesländer und Regionen an. Ein inkrementelles Verständnis der digitalen Weiterentwicklung der Industrie muss an vorhandenen regionalen Schwerpunkten und Spezialisierungen ansetzen, um Synergien zwischen den existierenden regionalen Stärken und den Potenzialen von Industrie 4.0 zu ermöglichen.

5.2 INDUSTRIE 4.0 IN DEN DIGITAL-STRATEGIEN DER LÄNDER: STEUERUNGS-AMBITIONEN?

In den untersuchten Ländern gibt es zwar keine expliziten Industrie-4.0-Strategien. Die generellen Digitalstrategien der Länder bieten dafür vergleichende Einblicke in die wirtschaftspolitischen Motive und Herausforderungen der untersuchten Landesregierungen. Konkret geht es in diesen in der Regel darum, erstens die Vorstellungen der jeweiligen Landesregierung zur Bearbeitung und Gestaltung der digitalen Transformation sowie zweitens die inhaltlichen Überlegungen und bereits laufenden Aktivitäten in sektoralen wie auch übergreifenden Themenfeldern aufzuzeigen. Insofern verraten die Strategien Schwerpunktsetzungen, inhaltliche Vorstellungen, aber auch Leerstellen in der Wirtschaftspolitik der Länder angesichts der Herausforderungen digitaler Transformation.

In den Länderstrategien sind neben allgemein-wirtschaftlichen Ziele, wie dem Versprechen auf Wachstum oder neue Arbeitsplätze, vor allem folgende drei Themenfelder prägend:

- KMU;
- Transferstrategie/Innovation;
- Start-ups/Gründerdynamik.

Alle drei Schwerpunkte adressieren damit das, was oben als einer der Ausgangspunkte für regionale Disparitäten identifiziert worden ist: die Nachteile einer Peripherisierung bestimmter Räume infolge fehlender Agglomerationspotenziale, abwandernder Fachkräfte, demografischer Effekte und eines daraus entstehenden schwierigen Umfelds für Innovationen. Zugleich zielen sie damit auf den Bereich, in dem die Digitalisierung durch eine kluge Strategie auch neue Chancen für periphere Räume bieten kann: die Dezentralisierung von Wissensressourcen und Innovationspotenzialen.

5.2.1 KMU

Eine Förderung von kleinen und mittelständischen Unternehmen, die Ressourcen und Kompetenzen adressiert, wird als zentrale Aufgabe einer Wirtschaftsförderung im Rahmen der Digitalisierung gesehen (Lennings et al. 2015: 193f.). Die Herausforderung besteht dabei nicht nur darin, eine neue Technologie anzuwenden. Diese muss auch in die Betriebsorganisation eingebunden bzw. müssen aus der Technologie heraus neue innovative Produkte und Geschäftsmodelle entwickelt werden. Dafür sind Wissens- und finanzielle Ressourcen nötig. Daher überrascht es wenig, dass alle vier Länderstrategien diesen Punkt besonders stark fokussieren. KMU haben durch ihren Größennachteil häufig höhere Hürden bei der Finanzierung ihrer Aktivitäten zu bewältigen. Sie können bei Investitionen nicht wie große Unternehmen auf ein breiteres Finanzierungsinstrumentarium zurückgreifen, sondern sind in der Regel von wenigen Kapitalgeber_innen abhängig (Butkowski et al. 2019: 5). Während große (Industrie-)Unternehmen aus sich selbst heraus intensive Aktivitäten in Forschung und Entwicklung (F&E) verfolgen können bzw. auf zentralstaatlicher Ebene mit ihren Interessen Berücksichtigung finden, ist es Aufgabe der Länder, den unterschiedlichen Schwerpunkten ihrer regionalen mittelständischen Wirtschaft Rechnung zu tragen. Diese Schwerpunkte stehen nicht unbedingt im Zentrum der Digitalstrategien, sondern sind meist im Zuge der jeweiligen Innovationsstrategien hin zur vergangenen Förderperiode des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) aus dem Jahr 2012 entwickelt worden. Die Landesregierungen haben dort die für sie zentralen Technologie- und Investitionsfelder der Zukunft definiert und behalten diese Prioritäten mehr oder weniger explizit auch in den Digitalstrategien bei. KMU sind es auch, die für regionale Disparitäten eine wichtige Rolle einnehmen. Ohne unterstützende Infrastrukturen, wie sie die Länder etablieren möchten, drohen die Unterschiede zwischen Zentrum und Peripherie bzw. industriell starken und schwachen Regionen, wo sich gerade keine Digitalisierungsvorreiter ballen, zuzunehmen.

5.2.2 TRANSFERSTRATEGIE/INNOVATION

Mit diesem Themenbündel haben die Länder die Möglichkeit, ihre Kompetenzen im Bildungs- und Hochschulwesen zu nutzen, um Schnittstellen zwischen diesen sowie den wirtschaftlichen Akteur_innen zu adressieren. Durch die

beschriebenen Größennachteile von KMU ist etwa eine intensive Netzwerkarbeit zwischen fortgeschrittenen und aufholenden Unternehmen sowie regionalen Forschungslandschaften von besonderer Relevanz. Beratungsmöglichkeiten, Best-Practice-Sammlungen/Wissensmanagement oder die Bündelung und Vernetzung unterschiedlicher Kompetenzen und Expert_innen sind Beispiele, wie Unternehmen hier profitieren sollen. Dabei geht es nicht nur darum, dem einzelnen Unternehmen zu helfen, sondern eine vernetzte Infrastruktur aufzubauen, die regionalpolitisch Wirkung entfaltet (Cluster/Netzwerke). Wenn kleinere Unternehmen ihren Standort in strukturell schwächeren Gegenden erhalten oder ansiedeln sollen, brauchen sie neben technologischen Notwendigkeiten (Mobilfunkstandards, Breitbandausbau) eine Wissensinfrastruktur, die in strukturell starken Regionen bereits gewachsen ist. Insbesondere in Brandenburg, aber auch in den anderen drei Ländern sollten also Aufholprozesse für schwächere Regionen etabliert werden. Die Idee ist, dass vor allem KMU, die geringe oder keine F&E-Kapazitäten vorhalten können, von regionalen Forschungsinfrastrukturen profitieren. In diesem Sinne könnte etwa ein gut ausgebautes und den Anforderungen der Digitalisierung entsprechendes Netzwerk von (Weiter)Bildungsanbietern sowie (Fach-)Hochschulen wirken. Dabei sollte nicht vergessen werden, dass bereits niedrigschwellige Instrumente, wie Kooperationen zwischen Hochschulen und regionalen Unternehmen zu Praktika oder Abschlussarbeiten, den Praxistransfer initiieren und etablieren können. Auch können KMU oft ihre Vorteile in Bezug auf Flexibilität und flache Hierarchien einsetzen, sodass sie für den Technologietransfer durchaus geeignet sind, wenn die Finanzierung gesichert ist (siehe 5.2.3). Gerade im Feld digitaler Innovationen gibt es fast immer einzelne Bereiche mit nur geringen Investitionskosten. Daher ist es nicht zufällig, dass die Gründungsdynamik bei digitalen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen einen Schwerpunkt aufweist. Als weitere Ziele der Landesregierungen sind Innovationsförderung und eine entsprechende Transferstrategie zu nennen, um Wissen aus den Forschungsinstitutionen in die Wirtschaft zu übertragen.

5.2.3 START-UPS/GRÜNDERDYNAMIK

Gründerdynamiken zu stimulieren ist eine schon länger verankerte Aufgabe der Wirtschaftspolitik. Im Rahmen der Entwicklung der Wirtschaftsförderung hin zu einem strategischer agierenden, auf Clustern aufbauenden Streben nach klaren Stärkeprofilen gehört sie zu den ergänzten Aufgaben (Rehfeld 2014: 603f.). Als besonders wichtig wird die finanzielle Unterstützung in der Gründungs- und frühen Entwicklungsphase betrachtet – auch deshalb, weil der deutsche Wagniskapitalmarkt im internationalen Vergleich unterdurchschnittlich ausgestattet ist. Die oben genannten Liquiditäts- sowie Finanzierungsschwierigkeiten erfordern somit eine zusätzliche Unterstützung durch Landesregierungen. Gleiches gilt für die Gründungsdynamik allgemein (Bersch et al. 2016). Viele der Strategien nutzen die Digitalisierung deshalb als Anlass, um nicht nur individuell Gründer_innen zu unterstützen, sondern entsprechende Anreize auszubauen, um die Innovationsfähigkeit des Landes insgesamt zu stärken. Letzteres schlägt auch die Brücke zum Bündel Transferstrategie/Innovation. So gilt eine große industrienahe Gründungsdynamik, insbesondere durch Ausgründungen aus technischen Hochschulen, als häufig propagiertes Mittel zur Förderung einer innovationsaffinen Wirtschaft und kann im Sinne der Einleitung als Teil einer infrastrukturellen Grundstruktur interpretiert werden.[20] Wie die vier Länder der Fallstudie diese Themenbündel adressieren und welche Konsequenzen daraus für die übergeordnete Fragestellung der regionalen Disparitäten gezogen werden können, gilt es, in Kapitel 6 genauer zu untersuchen.

---

20 Mindestens genauso wichtig sind die auf anwendungsnahe Themen spezialisierten Forschungseinrichtungen (vor allem Institute der Fraunhofer-Gesellschaft und der erst 2015 gegründeten Zuse-Gemeinschaft). Hier ist vor allem der Bund aktiv und berücksichtigt dabei durchaus auch regionale Gesichtspunkte.

6

STATUS QUO VON INDUSTRIE 4.0 ZWISCHEN WUNSCH UND WIRKLICHKEIT

Seit der Hannover Messe 2011 sind die unter dem Label Industrie 4.0 laufenden Digitalisierungsbemühungen der deutschen Wirtschaft stetig vorangeschritten. „Industrie 4.0 als Konzept hat (…) sich im produzierenden Gewerbe als wahrer Hype verbreitet" (Capgemini 2017: 4). Dies zeigt auch die jährliche Umfrage der Staufen AG, welche die digitale Transformation der deutschen Industrie im Industrie-4.0-Index zusammenfasst.[21] In den drei Jahren von 2014 bis 2107 stieg dieser Index vergleichsweise schnell von 16 auf 41 Punkte. Der Anstieg flachte dann mit 42 Punkten in 2018 und 45 Punkten in 2019 deutlich ab (vgl. Staufen 2019: 7). Diese Stagnation spiegelt sich in der stockenden Umsetzung von Industrie-4.0-Zielen wider. Von 2014 bis 2019 nahm zwar der Anteil derjenigen Unternehmen, die sich „noch nicht konkret" mit Smart Factory und Industrie 4.0 beschäftigt haben, von 34 auf neun Prozent ab. Zugleich stieg der Anteil derjenigen Unternehmen, die „operative Einzelprojekte in Sachen Industrie 4.0" verfolgen von 15 auf 48 Prozent. Allerdings fand damit 2019 eine umfassende operative Umsetzung von Industrie 4.0 nur in acht Prozent der befragten Unternehmen statt. Am höchsten fällt die umfassende operative Umsetzung mit 14 Prozent der befragten Unternehmen in der Automobilindustrie aus, die auch inklusive operativer Einzelprojekte mit 68 Prozent vor dem Maschinen- und Anlagenbau mit 57 Prozent und der Elektroindustrie mit 47 Prozent liegt (vgl. Staufen 2019: 8ff.). Die wichtigsten Zentren für die branchenübergreifende Umsetzung von Industrie 4.0 sind BW (insbesondere der Raum Stuttgart), NRW mit der Metropolregion Rhein-Ruhr und Bayern (insbesondere die Metropolregion München) (vgl. Plattform Industrie 4.0 o. J.a). Diese Zahlen zeigen, dass „[d]ie digitale Transformation (…) keine schnelle Lösung [ist], sondern ein langfristiges Engagement und eine strategische Notwendigkeit" (Capgemini 2017: 32).

Die Umsetzung von Industrie-4.0-Vorhaben trifft auf teilweise erhebliche regionale Disparitäten auf zwei Ebenen. Die erste Ebene betrifft das Verhältnis zwischen dem Industrie- und Dienstleistungssektor. Wenn man den Anteil des produzierenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung zwischen den Bundesländern vergleicht, dann liegt dieser in den ostdeutschen Bundesländern mit Ausnahme von Thüringen unter dem Bundesschnitt (vgl. Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2020a).[22] Auf der eine Seite unterscheidet sich damit die Ausgangslage bezogen auf Stärke und Relevanz des Industriesektors. Auf der anderen Seite wirkt die Digitalisierung als Treiber einer zunehmenden Verzahnung von Wertschöpfungsprozessen über Branchen- und Sektorengrenzen hinweg. In der Folge verliert die Unterscheidung zwischen Branchen ebenso wie die von Dienstleistung und Industrie an Relevanz (vgl. Bertschek 2015; Bitkom/Fraunhofer IAO 2014).

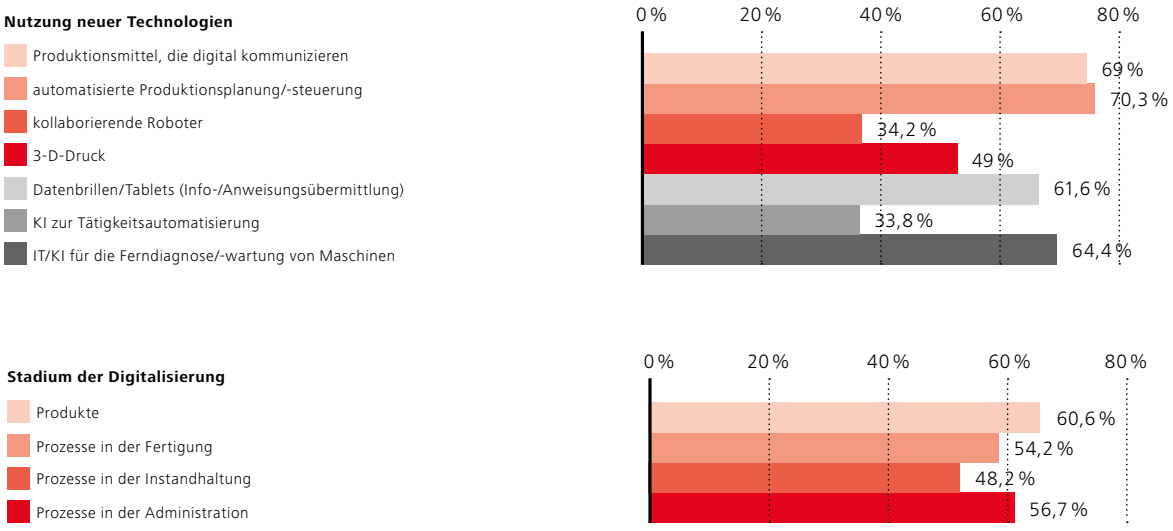
Die zweite Ebene betrifft den unterschiedlichen Entwicklungsstand der Digitalisierung der KMU. Dieser unterscheidet sich nach einer Studie von IW Consult (2017) regional erheblich: Der dabei herangezogene Digital Index[23] zeigt ein „sehr deutliches West-Ost-Gefälle und ein Stadt-Land-Gefälle" (Lichtblau et al. 2018: 19). Während Großstädte 23 Punkte über dem durchschnittlichen Indexwert von 100 liegen, werden gering verdichtete ländliche Landkreise mit 14 Punkten weniger gemessen. Von den 47 Landkreisen in Ostdeutschland fielen 35 (74 Prozent) in das unterste Quantil des Digital Index, in das oberste dagegen gar keiner. Alle zehn im obersten Quantil angesiedelten Regionen in Ostdeutschland sind kreisfreie Städte. Dagegen entfallen in Westdeutschland nur 55 der 247 Landkreise (23 Prozent) auf das unterste Quantil

21 Die Befragung umfasst etwa 300 bis 450 Unternehmen. Im Jahr 2019 kamen etwa 70 Prozent der befragten Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagebau sowie der Elektro- und Automobilindustrie. Der Index basiert auf dem Niveau der Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten in den befragten Unternehmen. Dabei werden fünf Stufen unterschieden: keine konkrete Beschäftigung mit Smart Factory, Beobachtungs- und Analysephase, Planungs- und Testphase, operative Einzelprojekte und umfassende operative Umsetzung (vgl. Staufen 2018: 5, 7, 10).

22 Bezogen auf die hier untersuchten Länder liegen Brandenburg mit 18,4 Prozent, Hessen mit 19,3 Prozent und NRW mit 22,4 Prozent unter dem Bundesdurchschnitt von 24,2 Prozent. Nur BW liegt mit 33,7 Prozent deutlich über dem Durchschnitt (zusammen mit Bayern, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland).

23 Der Digital Index basiert auf einer Auswertung der Internetseiten von 3,5 Millionen Unternehmen und Institutionen in Deutschland sowie deren Präsenz in sozialen Medien. Neben quantitativen Daten zur Vernetzung und Reichweite werden qualitative Daten aus der Selbstdarstellung zu Digitalthemen wie autonome Systeme, Industrie 4.0 oder Cloud-Computing anhand von 2.200 Schlagworten generiert (vgl. IW Consult o. J.)

Abbildung 2
Nutzung neuer Technologien (Anteil der Unternehmen, für die diese eine Rolle spielen) und Stadium der Digitalisierung (Anteil der Betriebe, in denen die Digitalisierung in Teilbereichen oder weitgehend umgesetzt wurde)



Anmerkung: Frage 1: Welche neuen Technologien nutzt euer Betrieb in den Bereichen Entwicklung, Herstellung, Administration und Logistik?
Frage 2: Welches Stadium der Digitalisierung kennzeichnet am ehesten euren Betrieb?
Quelle: IG Metall Transformationsatlas; eigene Berechnungen.

(vgl. Lichtblau et al. 2018: 19). Die Ausgangslagen für die Umsetzung einer Industrie-4.0-Strategie unterscheiden sich regional somit erheblich.

Einen Eindruck von der Nutzung neuer Technologien bietet zudem der Transformationsatlas der IG Metall, dessen Ergebnisse auch in die noch folgenden Länderkapitel einfließen. In der bundesweiten Umfrage wurde nach dem Einsatz von sieben zentralen physischen (kollaborierende Roboter, 3-D-Druck, Datenbrillen/Tablets) und digitalen Technologien (digitale kommunizierende Produktionsmittel, automatisierte Produktionsplanung/-steuerung, KI zur Tätigkeitsautomatisierung, IT/KI für Ferndiagnose/-wartung von Maschinen) gefragt. Dabei zeigt sich, dass die Bereiche digital kommunizierender Produktionsmittel und die automatisierte Produktionsplanung und -steuerung für etwa 70 Prozent aller Unternehmen eine Rolle spielen, gefolgt von Datenbrillen/Tablets und Ferndiagnose/-wartung mit jeweils über 60 Prozent. Dagegen spielen KI und kollaborierende Roboter nur für ein Drittel der Unternehmen einer Rolle, 3-D-Druck für immerhin knapp die Hälfte. Eine zweite Frage des Transformationsatlas konzentriert sich auf den Stand und die Umsetzung der Digitalisierung. Sie differenziert in die Bereiche Produkte, Fertigungs-, Instandhaltungs- und Administrationsprozesse. Am weitesten fortgeschritten ist hier der Bereich der Produktdigitalisierung[24], für den über 60 Prozent der Unternehmen angeben, dass die Digitalisierung in Teilbereichen oder weitgehend umgesetzt wurde (siehe Abbildung 2).

24 Unter Produktdigitalisierung wird zum einen die Anreicherung von Produkten um Softwarefunktionen oder ihre Erweiterung um digitale Inhalte verstanden. Beispiele sind Autos mit Navigations-, Assistenz- oder Selbstfahrsystemen oder elektrische Zahnbürsten mit Drucksensoren.

7

REGIONALE FALLUNTERSUCHUNG: ZENTREN UND PERIPHERIE – AUFHOLPROZESSE ODER WEITERE VERTIEFUNG DER DIVERGENZEN?

Bevor wir in die vergleichende Untersuchung der vier ausgewählten Bundesländer einsteigen, werden zunächst die grundsätzlichen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erläutert (siehe Abbildung 3). Diese sind aus zwei Gründen für die Digitalisierung der Industrie – damit auch für die Umsetzung der hinter Industrie 4.0 stehenden Konzepte – von Bedeutung. Erstens hängt die digitale Modernisierung und die Einführung vernetzter Produktionsmethoden nicht nur vom Umsetzungswillen ab. Sie benötigt umfassende finanzielle Ressourcen – mithin die Fähigkeit zu gezielter Investitionstätigkeit. Zweitens setzt Industrie 4.0 nicht im luftleeren Raum an. Ohne bestehende Produkte und Produktionsstrukturen, auf denen aufbauend eine Digitalisierungsstrategie umgesetzt werden kann, erhöhen sich Umsetzungskosten und Planungshorizont.[25]

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der vier untersuchten Länder lag im Jahr 2017 bei 45.107 Euro je Einwohner_in in Hessen (114 Prozent im Vergleich zum deutschen Durchschnitt von 39.650 Euro), 45.064 Euro in Baden-Württemberg (114 Prozent), 38.276 Euro in Nordrhein-Westfalen (97 Prozent) und 28.473 Euro in Brandenburg (72 Prozent) (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2020c). Diese Unterschiede sind relevant, weil starke Bundesländer mehr investieren können und dies auch tun.[26] Wirtschaftlich starke Länder setzen also absolut betrachtet mehr Ressourcen ein, um die Digitalisierungsvorhaben „ihrer" Unternehmen zu fördern. Dies spiegelt sich auch im Volumen der Investitionsprogramme der Bundesländer im Rahmen ihrer Strategiedokumente wider.

Der Anteil des verarbeitenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung unterscheidet sich in einem der vier Bundesländer deutlich. In Hessen (26 Prozent), Brandenburg (27 Prozent) und NRW (28 Prozent) lag der Anteil im Jahr 2018 unter dem deutschlandweiten Durchschnitt von 31 Prozent. BW dagegen wies den höchsten Anteil des verarbeitenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung von allen Bundesländern auf (40 Prozent) (Statistische Ämter der Länder 2019: 5). Etwas anders sah es bei den Investitionsquoten[27] im Jahr 2016 aus. Sie lagen bei 23,6 Prozent in Brandenburg, 21,5 Prozent in BW, 18,4 Prozent in Hessen und nur 16,1 Prozent in NRW (Durchschnitt in Deutschland: 20,3 Prozent). Eine Übersicht dieser relativen Kennzahlen findet sich in Abbildung 3. Infolge der erheblich unterschiedlichen Höhe des BIPs, liegt NRW mit 106,6 Milliarden Euro bei den Bruttoanlageinvestitionen dennoch an der Spitze der vier Bundesländer (insgesamt nur hinter Bayern). Aufgrund der Bevölkerungsgröße liegen die Investitionen mit 0,59 Milliarden Euro je 100.000 Einwohner_innen aber sogar noch hinter Brandenburg mit 0,65 Milliarden Euro, das jedoch mit 16,2 Milliarden Euro die geringsten Gesamtinvestitionen der untersuchten Bundesländer in absoluten Beträgen ausweist. BW liegt mit 0,93 Milliarden Euro je 100.000 Einwohner_innen (insgesamt 102 Milliarden Euro) vor Hessen mit 0,81 Milliarden Euro (insgesamt 50,1 Milliarden Euro) (vgl. Statistisches Bundesamt 2019a: 18ff., 32, 65). Allein vom Umfang der Investitionsmittel scheint das Modernisierungspotenzial in NRW und BW deutlich über demjenigen von Brandenburg – aber auch von Hessen – zu liegen. Bezogen auf die Investitionen pro Kopf dreht sich die Reihenfolge allerdings um.

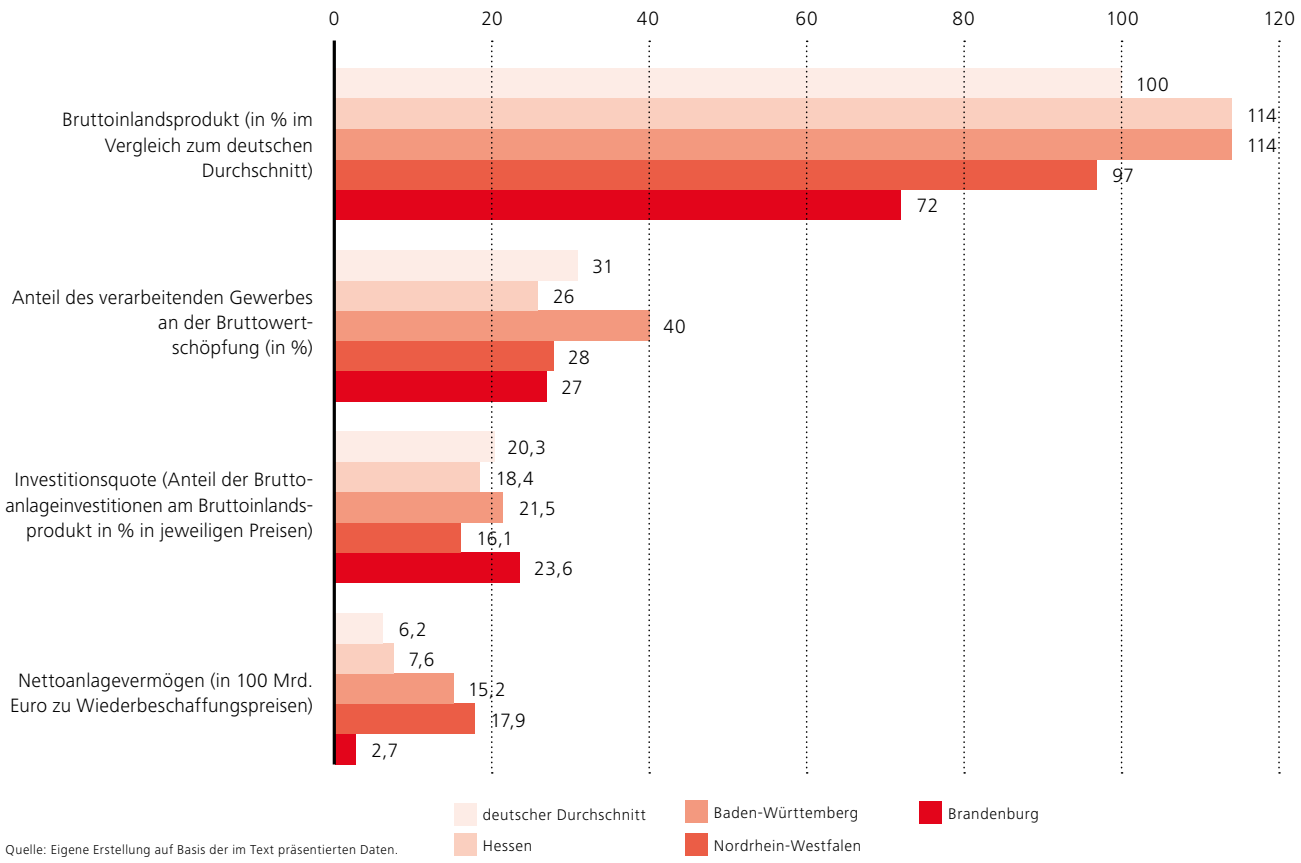
Im Jahr 2018 beliefen sich die Industrieumsätze in BW auf 371 Milliarden Euro, in NRW auf 358 Milliarden Euro, in Hessen auf 121,3 Milliarden Euro und in Brandenburg auf 27 Milliarden Euro. Die wirtschaftsstrukturellen Unterschiede zeigen sich auch im Nettoanlagevermögen, bei dem NRW mit 1.785 Milliarden Euro und BW mit 1.524 Milliarden Euro ebenfalls deutlich vor Hessen mit 761 Milliarden und Brandenburg mit 274 Milliarden Euro liegen. Mit 4.182 Industriebeschäftigten pro 100.000 Einwohner_innen (bei 52 Industriebetrieben mit durchschnittlich 82 Beschäftigten) lag Brandenburg dementsprechend auch in diesem Bereich hinter Hessen mit 6.615 Beschäftigten (45 Betriebe je 100.000 Einwohner_innen

25 Nicht ohne Grund finden sich in Studien zu regionalen Disparitäten von Industrie und Innovationsfähigkeit (Belitz et al. 2019; Berger et al. 2017; Lichtblau et al. 2018) Indikatoren wie Umsatz, Wertschöpfung, F&E-Aufwendungen und Patentanmeldung als zentrale Differenzierungsmerkmale.

26 Dies trifft zumindest auf die Investitionssummen zu. Bezogen auf den Haushalt (Anteil der Gesamtausgaben im Länderhaushalt) lag die Investitionsquote im Jahr 2018 dagegen in Brandenburg mit 10,4 Prozent höher als in NRW mit 9,9 Prozent, BW mit 8,2 Prozent und Hessen mit 6,7 Prozent.

27 Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt in Prozent (in jeweiligen Preisen).

Abbildung 3
Zentrale Wirtschaftsindikatoren im Vergleich



Quelle: Eigene Erstellung auf Basis der im Text präsentierten Daten.

mit durchschnittlich 147 Industriebeschäftigten), NRW mit 6.954 (57 Betrieben und 122 Beschäftigten) und weiter hinter BW mit 12.012 Industriebeschäftigten je 100.000 Einwohner_innen (77 Betrieben mit durchschnittlich 156 Beschäftigten) (BMWi 2019b: 123). Dementsprechend unterscheidet sich auch der Beschäftigtenanteil im produzierenden Gewerbe regional erheblich. Die regionalen Schwerpunkte mit 40 bis 50 Prozent der Arbeitnehmer_innen im produzierenden Gewerbe finden sich, mit Ausnahme von Olpe und dem Märkischen Kreis in NRW, alle in BW. Dabei handelt es sich um die sechs Landkreise Heilbronn, Rottweil, Rastatt, Biberach, Enzkreis und Tuttlingen.

Wenig verwunderlich gibt es einen umgekehrten Zusammenhang zwischen dem Anteil der Arbeitnehmer_innen im produzierenden Gewerbe und der Bevölkerungsdichte. In den städtischen Zentren mit hoher Bevölkerungsdichte überwiegt der Dienstleistungssektor, während in den ländlichen Räumen der Anteil der Beschäftigten im produzierenden Gewerbe höher liegt (siehe Abbildung 4). Die vier Länder unterscheiden sich dabei in der Ausgangslage deutlich. Die brandenburgischen Landkreise sind flächenmäßig deutlich größer und dünner besiedelt als diejenigen in NRW, Hessen und BW. Zwischen den drei letztgenannten Bundesländern verteilen sich die Landkreise flächenmäßig ähnlich, sind in NRW aber noch einmal dichter besiedelt als in BW und Hessen (siehe Abbildung 5).

7.1 BADEN-WÜRTTEMBERG

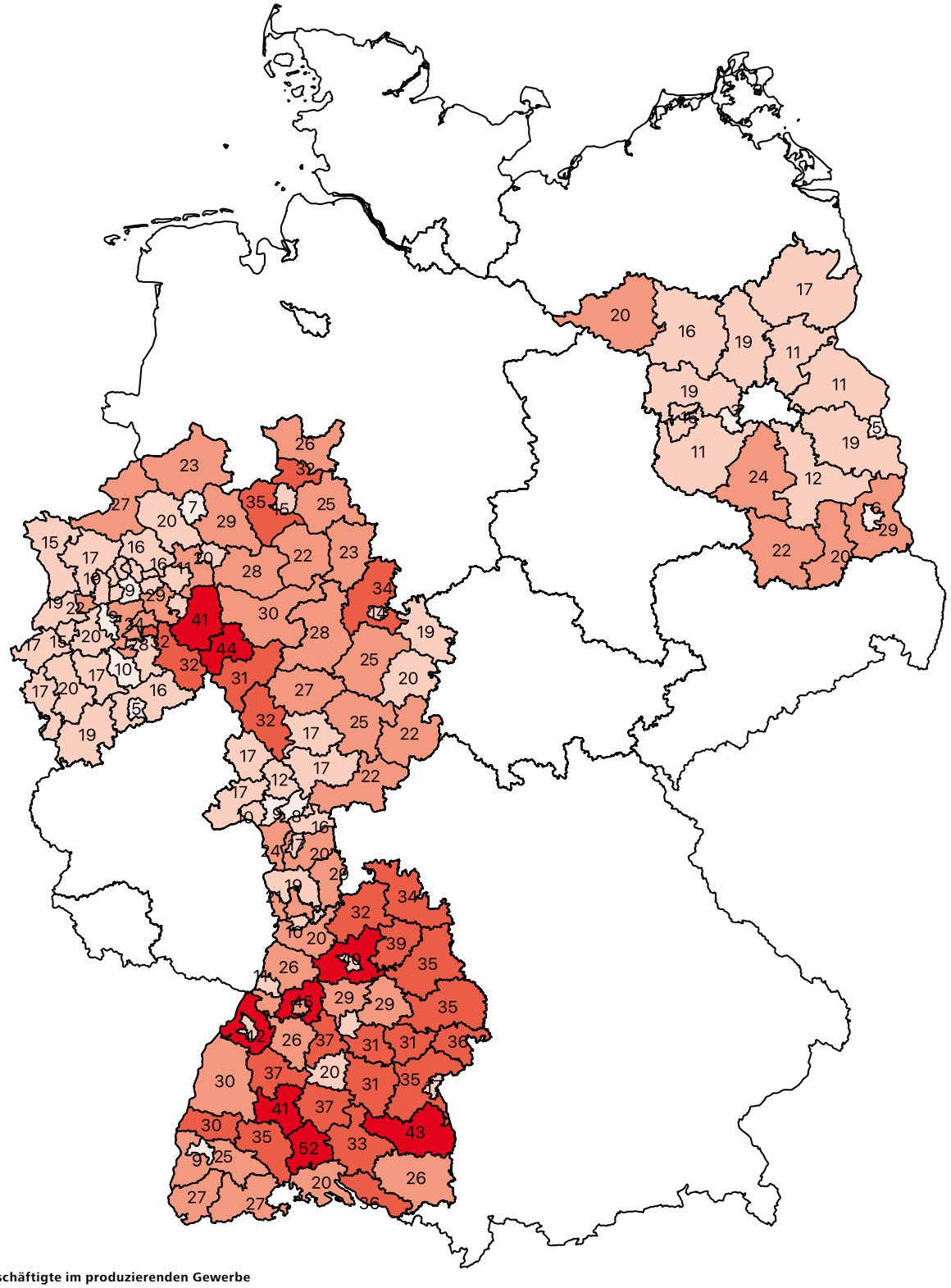
Baden-Württemberg ist mit 1,5 Millionen Beschäftigten – vor allem im Fahrzeug- und Maschinenbau sowie der Elektrotechnik – der größte deutsche Industriestandort. Diese drei Branchen spielen zugleich für den nach wie vor hohen Anteil der Industrie an der Bruttowertschöpfung sowie die große Bedeutung des Exportsektors eine besondere Rolle. Auch wenn immer wieder auf die weltbekannten Großunternehmen Bosch, Mercedes, Porsche etc. verwiesen wird, sind die KMU ebenfalls prägend für das Wirtschaftsprofil des Landes. So wundert es auch nicht, dass dies immer wieder von den Landesbeobachter_innen herausgestellt wird „Viel zu Gute hält sich das Land auf seine dezentrale und eher mittelständische Wirtschaftsstruktur“ (Wehling 2013: 342).

Wie steht es um die Umsetzung der Industrie-4.0-Konzepte? Einen exemplarischen Einblick[28] bietet die Landkarte der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 (vgl. Plattform Industrie 4.0 o. J.a). Bezogen auf den Bereich der produzierenden Industrie zeigt sich im Vergleich zwischen den Bundesländern,

28 Die Landkarte „Anwendungsbeispiele Industrie 4.0“ bietet die „umfangreichste und bekannteste Sammlung in der Praxis realisierter Industrie 4.0-Anwendungen“ (Fay et al. 2018: 2), erhebt aber nicht den Anspruch, repräsentativ zu sein. Die Sammlung der Anwendungsbeispiele ist darüber hinaus nicht abgeschlossen. Weiterhin können Beispiele von Unternehmen selbst eingereicht oder über die Webseite vorgeschlagen werden. Eine Aufnahme erfolgt jedoch erst nach inhaltlicher Prüfung durch die Plattform Industrie 4.0.

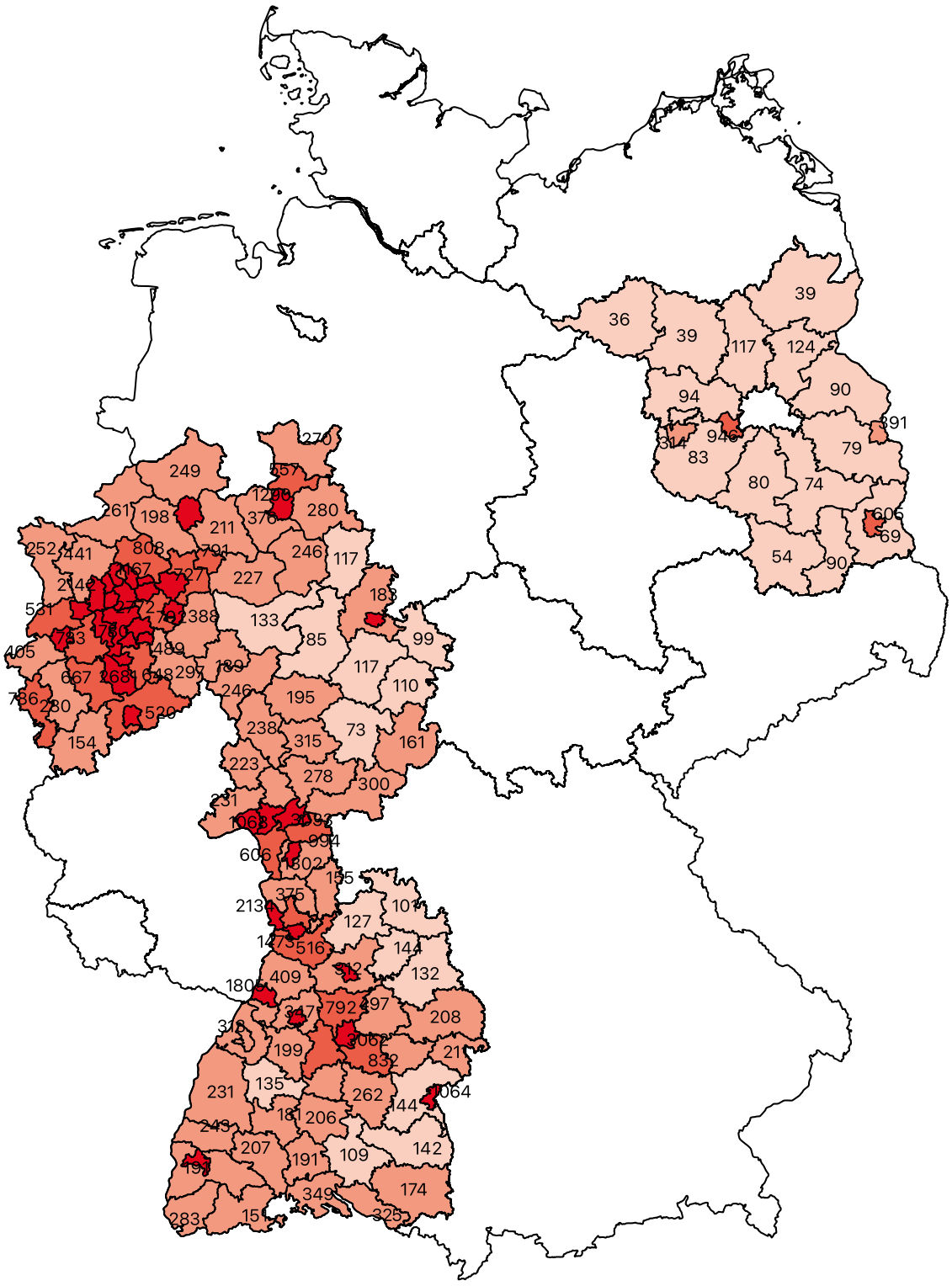
Abbildung 4 a

Beschäftigte im produzierenden Gewerbe (ohne Baubranche) 2016 – Landkreise



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2020b), Statistisches Bundesamt (2019b); eigene Darstellung und Berechnung.

Abbildung 4 b
Bevölkerungsdichte 2018 – Landkreise

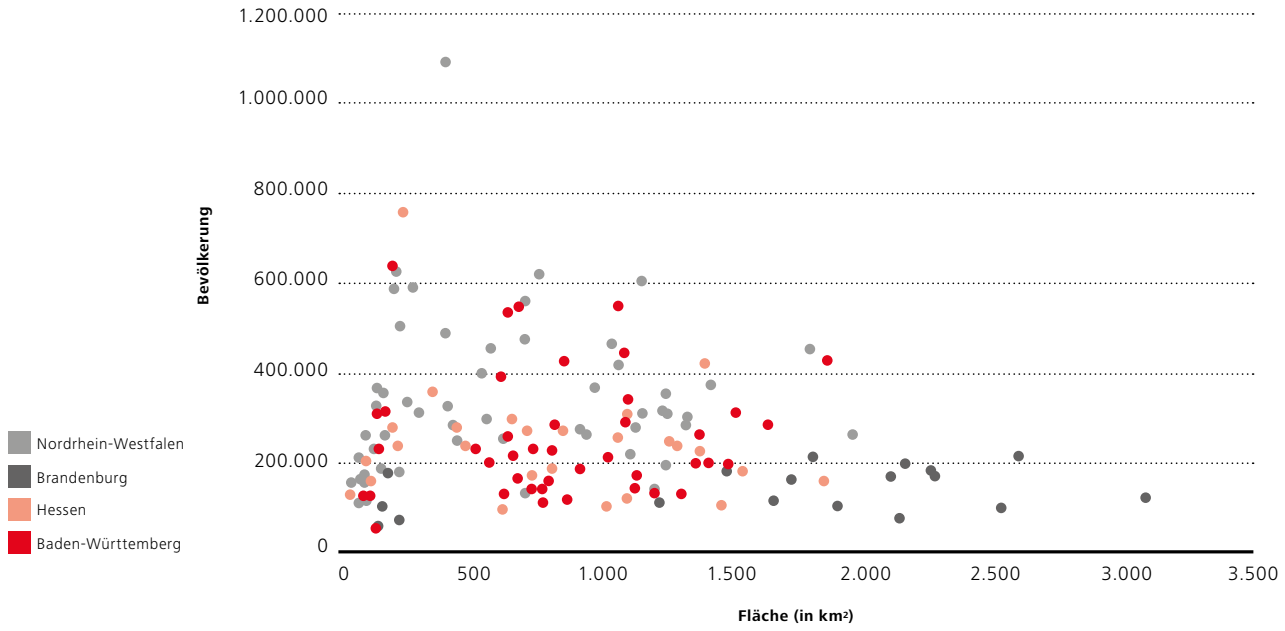


Bevölkerungsdichte (je km²)

- 0–150 (ländliches Gebiet)
- 150–500 (halbstädtisches Gebiet)
- 500–1.000 (städtisches Gebiet)
- 1.000+ (Ballungsraum)

Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2020b), Statistisches Bundesamt (2019b); eigene Darstellung und Berechnung.

Abbildung 5
Bevölkerungsdichte der Landkreise und kreisfreien Städte 2018



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2019; eigene Darstellung.

Tabelle 2
Anwendungsbeispiele Industrie 4.0: Bundesländer nach Unternehmensgrößenklasse

Mitarbeitende	Anzahl Anwendungsbeispiel Industrie 4.0 in der produzierenden Industrie			
	BW	Hessen	NRW	Brandenburg
1–250	22	5	15	2
250–5.000	19	4	7	2
5.000–15.000	14	0	11	1
15.000+	5	1	7	0
insg.	59	10	40	5

Quelle: Plattform Industrie 4.0 o. J.a (Stand: 15.7.2020).

dass in keinem anderen Land so viele Beispiele verzeichnet sind, wie in BW: 59 von insgesamt 181 finden sich hier. NRW folgt mit 40 Beispielen auf Platz zwei, Hessen mit zehn auf Platz vier. Brandenburg liegt mit nur fünf Beispielen auf Platz sechs (zusammen mit Berlin, Sachsen und dem Saarland) (siehe Tabelle 2).[29]

Bei der regionalen Verteilung der Standorte für die Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in BW zeigt sich ein Muster. Sie befinden sich nicht in den Regionen, in denen die Industriedichte, gemessen am Anteil der Arbeitnehmer_innen im produzierenden Gewerbe, am größten ist. Die Schwerpunkte liegen rund um die Universitätsstädte Stuttgart, Karlsruhe, Mannheim/Heidelberg (siehe Abbildung 6).

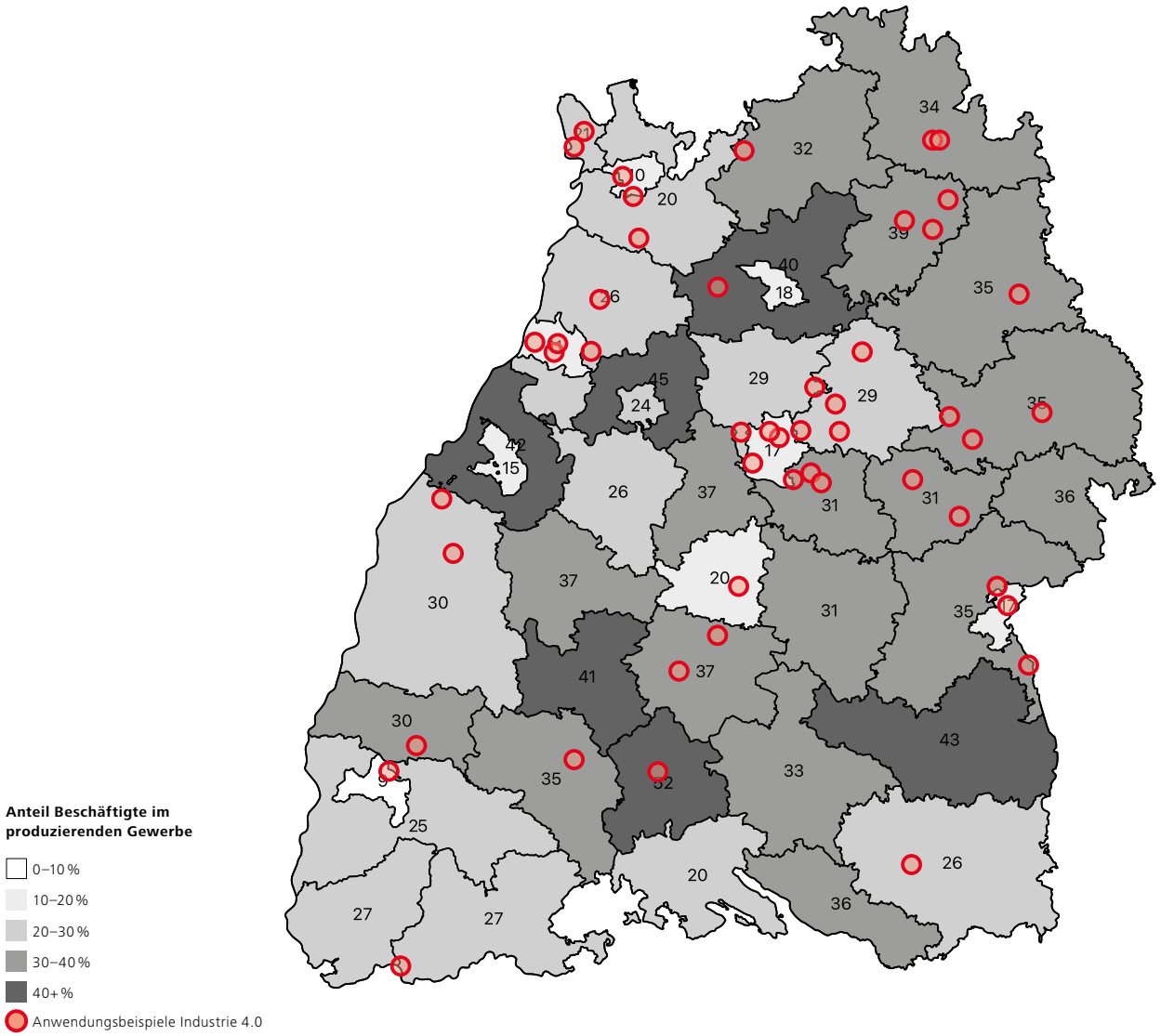
Die sich hier regional disparat bündelnden Innovationspotenziale zeigen sich auch mit Blick auf die Aufwendungen für F&E.[30] Insbesondere der Regierungsbezirk Stuttgart sticht im Bereich F&E heraus. Mit F&E-Ausgaben in Höhe von knapp 15 Milliarden Euro im Jahr 2017 und fast 80.000 Beschäftigten liegt diese Region allein weit vor den knapp 60.000 Beschäftigten und 8,5 Milliarden Euro F&E-Ausgaben in ganz NRW.

Die addierten Zahlen der drei anderen Regierungsbezirke in BW entsprechen in etwa den Daten von NRW: Karlsruhe mit knapp 4 Milliarden Euro und 25.000 Beschäftigten, Tübingen mit 3 Milliarden Euro und 17.000 Beschäftigten sowie Freiburg mit 1,5 Milliarden Euro und 11.000 Beschäftigten (vgl. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019: 51). Deutlich weniger Varianz zeigt sich trotz der unterschiedlichen F&E-Aufwendungen bei der Zahl der Patente. So wurden in den vier Regierungsbezirken zwischen 360 und 481 Patente

29 Marktreif beziehungsweise im produktiven Einsatz sind davon 43 in Baden-Württemberg, 20 in Nordrhein-Westfalen und vier in Brandenburg (Stand: 23.1.2020).

30 Investitionen in F&E sind ein Indikator für ungleiche regionale Potenziale für eine innovative und wettbewerbsfähigkeitssichernde Modernisierung der Wirtschaft und damit auch für die Entwicklung und Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten. Großunternehmen investieren deutlich mehr als KMU, die wiederum für strukturschwache Regionen charakteristischer sind (BMBF 2019: 4).

Abbildung 6
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in BW



Quelle: Plattform Industrie 4.0 o. J.a, Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2020b); eigene Darstellung.

pro einer Million Einwohner_innen in 2012 beim Europäischen Patentamt angemeldet – im Schnitt also etwa doppelt so viele Patente pro Bezirk wie in NRW (siehe Abbildung 7).

Der Transformationsatlas der IG Metall zeigt für BW, dass das Bundesland bei der Nutzung einzelner neuer Technologien zwar über dem gesamtdeutschen Durchschnitt liegt, zugleich das Stadium der ganzheitlichen Umsetzung von Digitalisierung jedoch unterdurchschnittlich ausfällt (vgl. Abbildung 8).

Gründe hierfür lassen sich aus den Aussagen betrieblicher Expert_innen aus den Interviews aus dem Forschungsprojekt Smart Factory, das 2016 in BW durchgeführt wurde, ableiten (Kohler/Gscheidle 2019). Wenn etwa „Industrie 4.0 nichts Neues [sei], sondern sozusagen die Fortsetzung der technologischen Entwicklung, die wir aus der Vergangenheit kennen“ (Kohler/Gscheidle 2019: 169). Die betriebliche Realität besteht häufig in einer inkrementellen Digitalisierung. Diese kann sich in der Nutzung und Erprobung neuer Technologien niederschlagen, ohne dass damit zugleich eine umfassende Digitalisierung von Produkten oder Prozessen erfolgt. Eine „immer stattfindende Modernisierung der Produktionsanlagen“ ist jedoch weit von dem Gesamtkonzept Industrie 4.0 entfernt, und damit die „Smart Factory – die die Produktion selbst steuert eher eine Vision als Realität“ (Kohler/Gscheidle 2019: 173). Um eine digitale Transformation von Unternehmen im Sinne des Industrie-4.0-Konzepts zu ermöglichen, sind mithin zwei wesentliche Kompetenzen notwendig: „zum einen die digitalen Fähigkeiten, Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle digital zu entwickeln und zum anderen die transformationalen Fähigkeiten, entsprechende Veränderungsprozesse im Unternehmen anzustoßen“ (Obermaier 2019: 8). Hierfür sind ein dementsprechend strategisches Management und eine förderliche Organisationskultur in Industrieunternehmen nötig. Noch längst nicht alle etablierten Industrieunternehmen haben verstanden, dass „sie sich in einer digitalen Welt mehr

31 Die der Auswertung zugrundeliegenden Daten aus dem Transformationsatlas wurden uns von der IG Metall zur Verfügung gestellt und sind nicht veröffentlicht.

Tabelle 3
Vergleich F&E in Baden-Württemberg

Regierungsbezirk	F&E-Ausgaben	F&E-Beschäftigte
Stuttgart	15 Mrd. Euro	80.000 Beschäftigte
Karlsruhe	4 Mrd. Euro	25.000 Beschäftigte
Tübingen	3 Mrd. Euro	17.000 Beschäftigte
Freiburg	1,5 Mrd. Euro	11.000 Beschäftigte
insg.	23,5 Mrd. Euro	133.000 Beschäftigte

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019.

wie ein Softwareunternehmen verhalten müssen, dass sie mehr Start-up-Kultur brauchen und erhebliche Investitionen in Plattformen, Ökosysteme und neue Geschäftsmodelle vornehmen müssen" (Fend/Hofmann 2018: 298).

Dies erkennt die Landesregierung in ihrer Digitalstrategie („Digitalisierungsstrategie digital@bw", 2018) an und betont die industrielle Stärke, vor allem das Stadium der Digitalisierung im Maschinen- und Automobilbau. Als prioritär zu bearbeitende Felder weist sie auf einen Bedarf hin, weitere Anreize für die Bereitstellung von Mitteln durch private Investor_innen im Bereich Start-up zu setzen. Denn erstens liegt die Gründungsintensität in der IKT-Branche sowie bei IT-Dienstleistern in Baden-Württemberg leicht unterhalb des Anteils auf Bundesebene. Zweitens sei die Zahl innovativer Start-ups insgesamt noch zu niedrig. Auch spezifische Themen stehen auf der To-do-Liste: So bestünden etwa erhebliche technische und organisatorische Barrieren in der Anwendung von Virtual und Augmented Reality[32] – im Transformationsatlas der IG Metall unter Datenbrillen/Tablets subsummiert – durch kleine und mittlere Unternehmen, hier sei eine Anschubförderung nötig. In der Abfolge der in Abschnitt 5.2 identifizierten Themenbündel legt die Landesregierung folgende Schwerpunkte:

KMU: Die baden-württembergische Landesregierung identifiziert KMU als besonders zu unterstützende Zielgruppe im Rahmen der Digitalisierung. Aus diesem Grund sollen die Transformationsprozesse von Unternehmen hin zu neuen digitalen Geschäftsmodellen und neuen Wertschöpfungssystemen, insbesondere in KMU, gefördert werden. Aber auch Wissensressourcen rücken in den Fokus, wenn das Wissen über digitale Arbeits- und Geschäftsprozesse oder Geschäftsmodelle bei KMU gestärkt werden soll (hier rücken allerdings entgegen dem Fokus dieser Ausarbeitung vor allem Handwerk, Handel, Hotellerie und Gastronomie sowie sonstige Dienstleistungsbereiche in den Mittelpunkt).

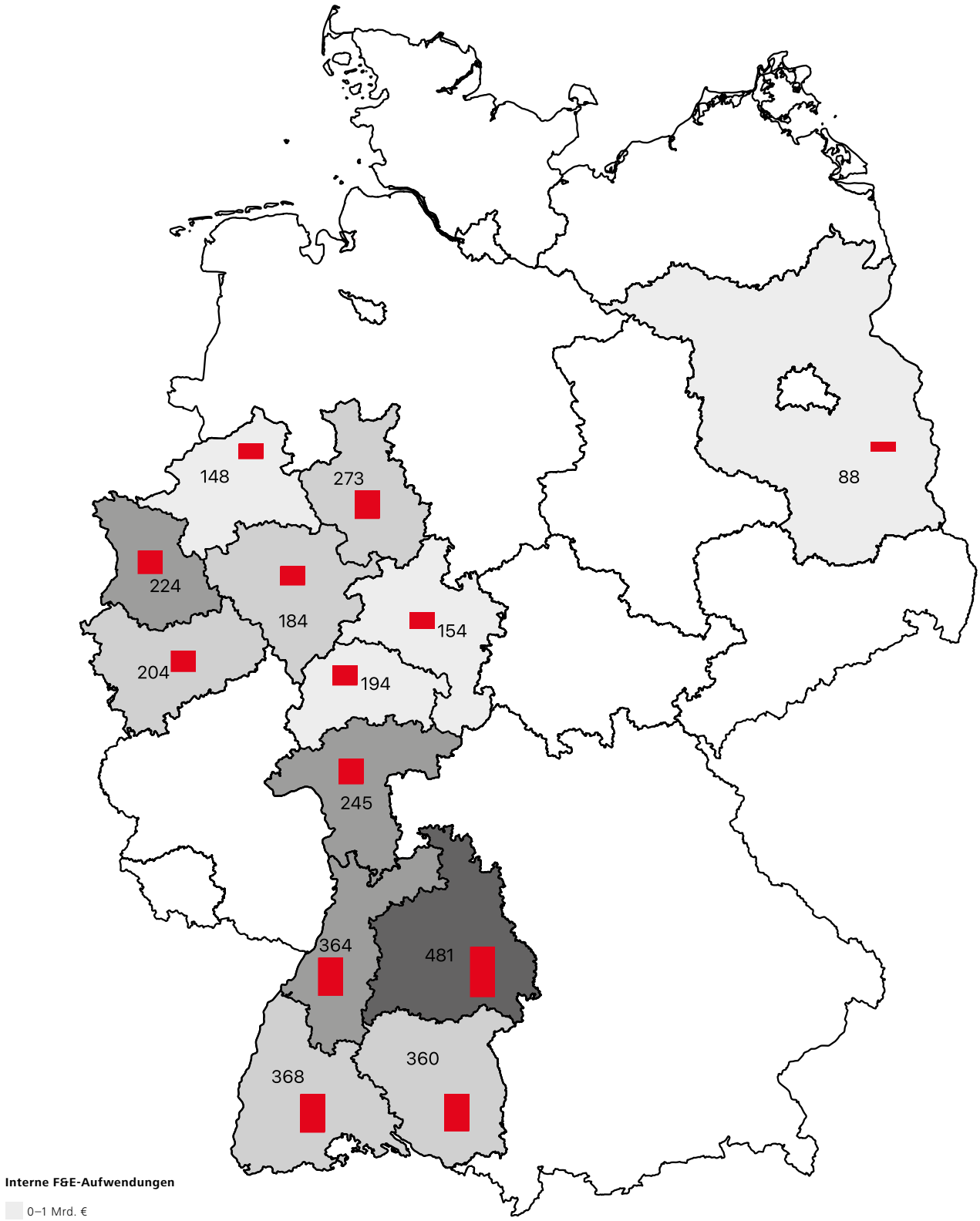
Transferstrategie/Innovation: In diesem Bereich setzt die Digitalstrategie auf infrastrukturorientierte Ansätze. Es sollen vier Gründerschmieden mit internationaler Strahlkraft aufgebaut werden, um Wissenschaft und Wirtschaft zu vernetzen („Mobilität der Zukunft/Industrie 4.0", „Intelligente Systeme", „Lebenswissenschaften" und „Nachhaltigkeit"). Zudem will die Landesregierung regionale „Ökosysteme" für digitale Innovationen schaffen, indem „branchenoffene ‚Regionale Digitalisierungszentren' als Drehscheiben für die Digitalisierung" operieren (sprich: Akteur_innen aus unterschiedlichen Disziplinen und Branchen räumlich zusammenbringen, Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer fördern und neue Kunden- und Kooperationsbeziehungen aufbauen). Auch das Ziel, „Standorte für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wissenschaft und Wirtschaft mit kritischer Masse aufzubauen", unterlegt den Infrastrukturansatz. Die bessere Vernetzung der beiden Teilbereiche soll auch dabei helfen, gegenüber den erheblichen finanziellen Investitionen, vor allem der Technologiefirmen in den USA, mithalten und weltweit die besten Köpfe anziehen zu können. Dies verdeutlicht schließlich die Wahl von „Forschung, Entwicklung und Innovation" als Querschnittsthema der Digitalisierungsstrategie. Hochschulen und Forschungsinstitute sollen so auch in Zukunft in der Lage sein, an den weltweit entscheidenden Zukunftsfragen des Digitalen Wandels zu arbeiten.

Start-ups/Gründerdynamik: Die oben angesprochene unterentwickelte Gründungsintensität will die Landesregierung durch neue Anreize für die Bereitstellung von Mitteln durch private Investor_innen sowie das Landesprogramm „Startup BW Seed", das Lotsen- und Coachingelemente mit Finanzierung verknüpft, adressieren. Baden-Württemberg soll so zu einem „hochdynamischen Gründerland" entwickelt werden. Mit seinen international erfolgreichen Unternehmen will das Land Start-ups stärker vernetzen, indem erstere als Kooperationspartner, Referenzkunden und Kapitalgeber besser eingebunden werden.

Dementsprechend plant BW Investitionen in die Digitalisierung in Höhe von 1 Milliarde Euro bis 2021 (davon die Hälfte für den Ausbau der digitalen Infrastruktur). Bisher wurden zehn regionale Digital Hubs mit 10 Millionen Euro gefördert, die ebenfalls insbesondere KMU bei Digitalisierungsbemühungen unterstützen sollen. Hinzu kamen 25 Millionen Euro für digitale Start-ups. Beides ist Teil eines Gesamtinvestitionsvolumens von 323,3 Millionen Euro, mit dem BW von 2017 bis 2019 fast 80 Projekte anschob. Davon entfielen 15 Prozent auf intelligente Mobilität, u. a. autonomes Fahren und Batteriezellenproduktion. Wirtschaft 4.0 und 5G als Basis für digitale Produktionsumgebungen machten 14 Prozent aus. Hierunter fielen etwa die Digitalisierungsprämien für kleine

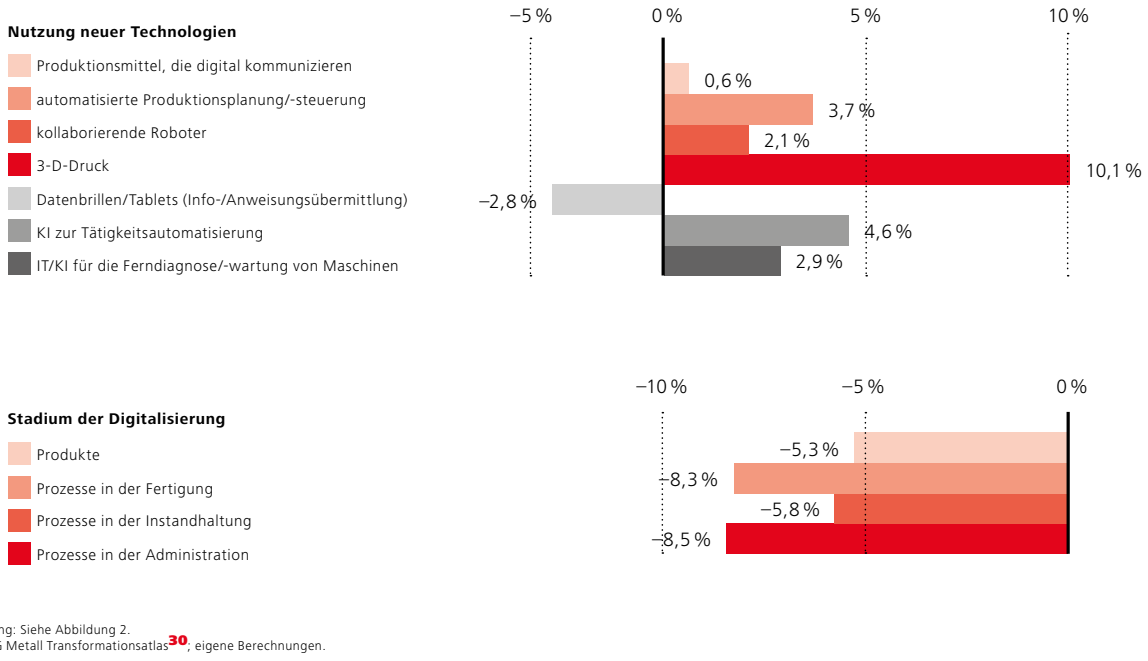
32 Virtual Reality (VR) bezeichnet das (visuelle) Eintauchen in eine künstlich geschaffene digitale Welt mithilfe einer 3-D-Brille (diese unterbindet die Sicht auf die reale Welt). Augmented Reality (AR) dagegen ist die Anreicherung der realen Welt um digitale Elemente. So werden etwa über ein transparentes Display virtuelle Objekte oder Informationen in das Sichtfeld eingeblendet. Beides sind Anwendungen, die im Kontext von Industrie 4.0 zur Optimierung von Produktionsprozessen genutzt werden können. Bei AR geht es häufig darum, Montage- oder Qualitätsprüfprozesse zu erleichtern, indem beispielsweise während der Bearbeitung alle noch ausstehenden Prozessschritte visualisiert werden und dadurch eine höhere Effizienz oder eine Reduzierung der Komplexität erreicht werden kann. VR zielt z. B. darauf ab, eine exakte Simulation geplanter Produkte oder Prozesse zu erhalten und dadurch in einem frühen Prozessstadium unterschiedliche Alternativen durchzuspielen und kostenintensive Fehlplanungen vermeiden zu können.

Abbildung 7
Forschung und Entwicklung 2017 und Patentanmeldungen 2012



Quelle: Statistisches Bundesamt (2018), eurostat (2020); eigene Darstellung.

Abbildung 8
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) in BW



Anmerkung: Siehe Abbildung 2.
Quelle: IG Metall Transformationsatlas[30], eigene Berechnungen.

Unternehmen bei der konkreten Umsetzung der digitalen Transformation. Der Anteil des verarbeitenden Gewerbes an den bewilligten Projekten lag bei 26 Prozent. Hinzu kamen 15 digitale Transferprojekte, von denen 40 Prozent in der Industrie angesiedelt waren (vgl. Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg 2018, 2019).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass neben den vielen Bezügen auf internationale Strahlkraft und weitere dem Stärkeprofil des Landes zuzurechnende Framings auch Bezüge zum Abbau von regionalen Disparitäten zu finden sind. Die genannten regionalen „Ökosysteme" bzw. „Regionalen Digitalisierungszentren" zählen hierzu.

7.2 HESSEN

Hessen kennzeichnet seit der Wiedervereinigung seine Mittellage in Deutschland. Jenseits des Finanzplatzes Frankfurt spielt die zentrale Verkehrslage des Frankfurter Flughafens eine wichtige Rolle. Sie führte zu „wichtige[n] industrielle[n] Ansiedlungen im Fahrzeugbau, der chemischen Industrie, im Maschinenbau wie auch in der Elektrotechnik" (Schroeder/Neumann 2016: 3). Der ökonomisch starken Rhein-Main-Region, die „nach dem Ruhrgebiet die höchste Industriedichte Deutschlands" aufweist, stehen die wirtschaftlichen und infrastrukturell schwächeren Regionen Mittel- und Nordhessen gegenüber (Best 2016: 157f.).

Das Gleiche gilt im Bereich Forschung und Entwicklung. Hier sticht insbesondere der Regierungsbezirk Darmstadt heraus. Mit F&E-Ausgaben in Höhe von 5,1 Milliarden Euro im Jahr 2017 und fast 32.000 Beschäftigten liegt diese Region etwa um den Faktor zehn über den anderen beiden Regierungsbezirken. Gießen kommt auf 505 Millionen Euro und 3.865 Beschäftigte, Kassel auf 543 Millionen Euro und 4.553 Beschäftigte. Beide Regierungsbezirke liegen damit aber immer noch vor Brandenburg mit 405 Millionen Euro und 4.379 Beschäftigten (vgl. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019: 51). Etwas weniger Varianz zeigt sich bei der Zahl der Patente. Auch hier liegt Darmstadt mit 245 pro einer Million Einwohner_innen in 2012[33] beim Europäischen Patentamt angemeldeter Patente vor Gießen mit 194 und Kassel mit 154 (Eurostat 2020).

Tabelle 4
Vergleich F&E in Hessen

Regierungsbezirk	F&E-Ausgaben	F&E-Beschäftigte
Darmstadt	5,1 Mrd. Euro	32.000 Beschäftigte
Gießen	505 Mio. Euro	3.865 Beschäftigte
Kassel	543 Mio. Euro	4.553 Beschäftigte
insg.	6,148 Mrd. Euro	40.418 Beschäftigte

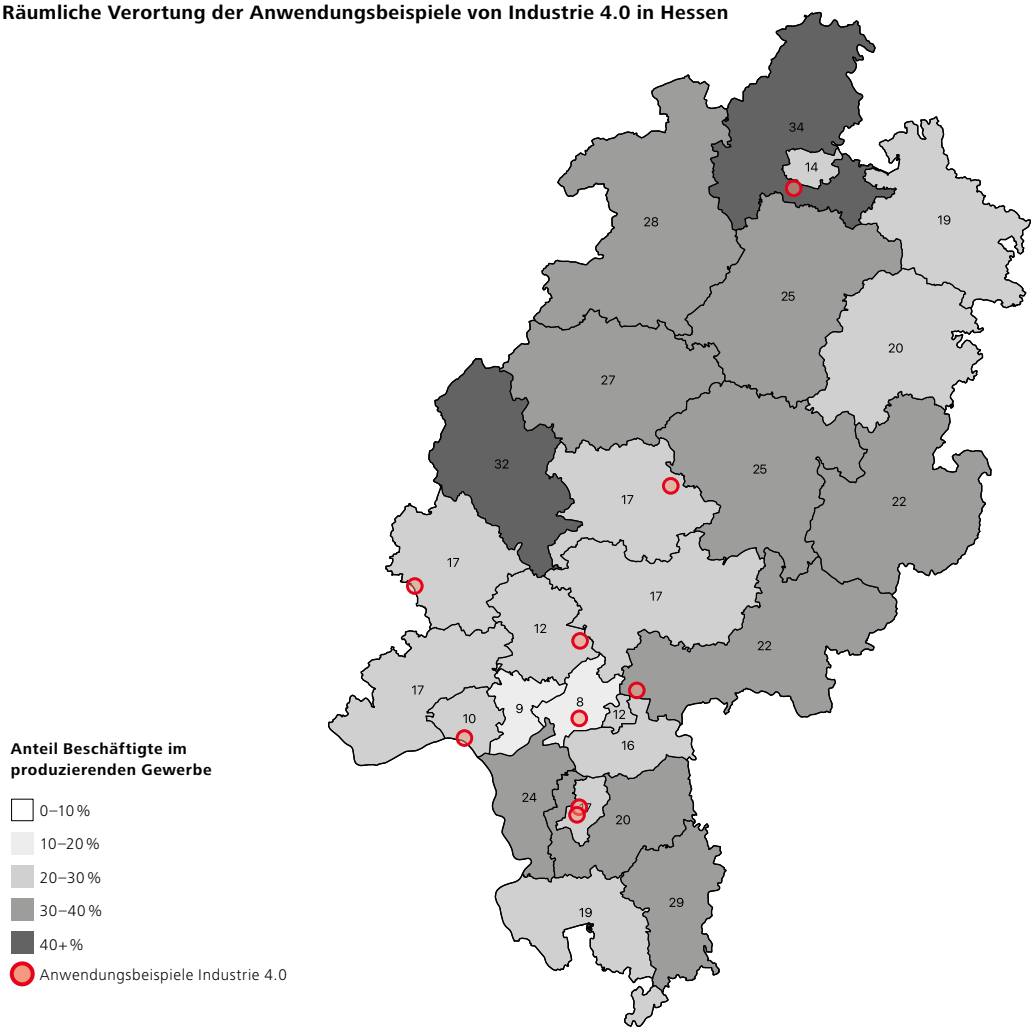
Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019.

Ähnlich verteilen sich auch die zehn Anwendungsbeispiele auf der Landkarte Plattform Industrie 4.0 in Hessen, die häufig im Einzugsgebiet der hessischen Universitäten (Frankfurt, Darmstadt, Kassel, Gießen) zu finden sind (siehe Abbildung 9).

Der Transformationsatlas der IG Metall weist keine Einzeldaten zu Hessen auf. Die Daten zum Bezirk Mitte (Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Thüringen) zeigen, dass dieser bei der Nutzung neuer Technologien in den Bereichen automatisierte Produktionsplanung und -steuerung, kollaborierende Roboter sowie Datenbrillen/Tablets über dem

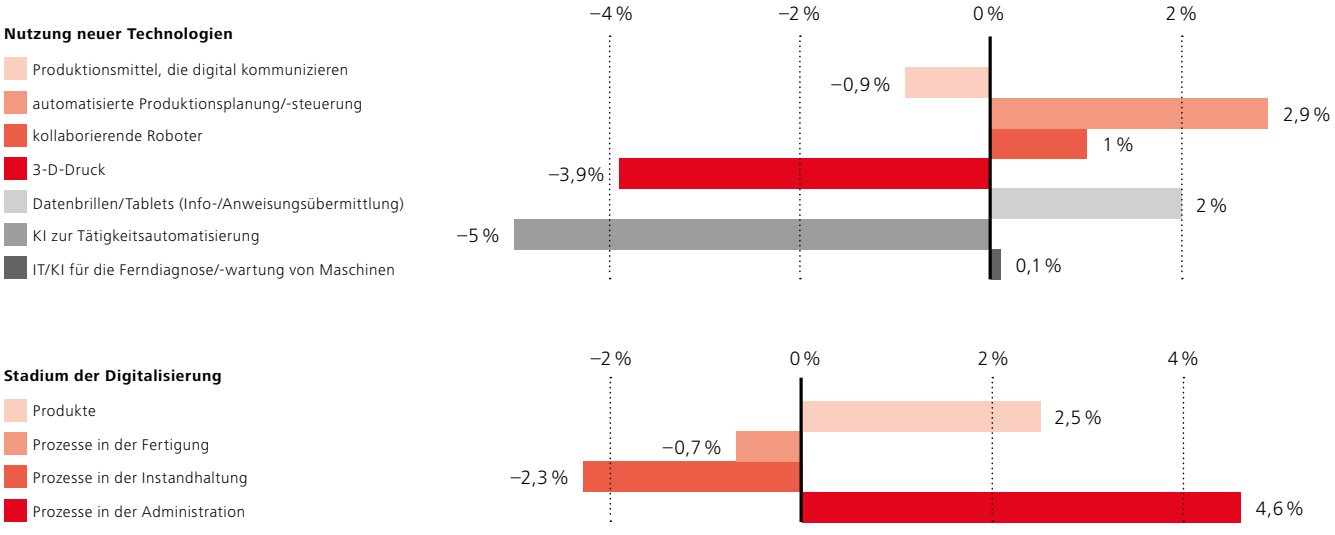
33 Neuere vergleichende Zahlen zur regionalen Verteilung in der Patententwicklung liegen noch nicht vor.

Abbildung 9
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in Hessen



Quelle: Plattform Industrie 4.0 o. J.a, Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2020b); eigene Darstellung.

Abbildung 10
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) im IG-Metall-Bezirk Mitte



Anmerkung: Siehe Abbildung 2.
Quelle: IG Metall Transformationsatlas; eigene Berechnungen.

gesamtdeutschen Durchschnitt liegt. Gleichzeitig liegt er in den Bereichen 3-D-Druck und KI deutlich unter dem Durchschnitt. Ebenfalls unterdurchschnittlich fällt der Stand der Digitalisierung im Bereich Instandhaltungsprozesse aus. Über dem Durchschnitt liegen hingegen die Produktdigitalisierung und die Administrationsprozesse (vgl. Abbildung 10). Stärker als in den anderen Ländern wird die hessische Digitalstrategie mit dem Begriff „Industrie 4.0" gelabelt oder in Verbindung gebracht (Hessische Landesregierung 2016: „Strategie Digitales Hessen: Intelligent. Vernetzt. Für Alle"). Industrie 4.0 soll zu einem „Schlüsselthema ausgebaut [werden], auf dessen Erfordernisse die Wirtschaftspolitik ausgerichtet wird", u. a. indem eine engere Zusammenarbeit der bestehenden Initiativen zu Industrie 4.0 gefördert wird. Auch in Hessen wird der Mittelstand als zentrale Einheit identifiziert. Ein „Mangel an Informationen hinsichtlich Reifegrad, Kosten, erforderlicher Organisationsformen und Marktchancen von Industrie-4.0-Projekten, -Produkten und -Services" bremse derzeit noch ebenso deren Verbreitung wie die schwierige Projektion von Aufwand und Ertrag, um die notwendigen Investitionen zu initiieren.

KMU: Deshalb will Hessen gerade die Wissensbasis von KMU[34] bei der schrittweisen Migration in Richtung Industrie 4.0 stärken. Dazu gibt es das Angebot an alle kleinen und mittleren Unternehmen, einen Digitalisierungscheck zu machen – zunächst über eine Onlineplattform, im zweiten Schritt über ein Beratungsprogramm. Zusätzlich wird ein Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 über die Bundesförderung hinaus unterstützt.

Transferstrategie/Innovation: Dieses Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 soll gleichzeitig den Ergebnistransfer für und in hessische Unternehmen optimieren. Daneben möchte die Landesregierung den „Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft, Anbietern und Anwendern" und damit den Transfer wissenschaftlicher und technologischer Erkenntnisse in die Praxis beschleunigen. Auch Netzwerke sollen hier unterstützen: So soll eine engere Zusammenarbeit der bestehenden Initiativen zu Industrie 4.0 gefördert und Plattformen stärker genutzt werden, um den branchenübergreifenden Transfer von Digitalisierungswissen zu fördern. Schließlich sollen vermehrte Finanzierungsmöglichkeiten für die innovative hessische Wirtschaft geschaffen und die Aufmerksamkeit auf „hessische Unternehmen und Forschungseinrichtungen [gelenkt werden, die] ihr Leistungsspektrum in den Zukunfts- und Schlüsseltechnologien international (..) präsentieren und (..) vermarkten" wollen.

Start-ups/Gründerdynamik: Wie die anderen Länder möchte auch Hessen die finanzielle Unterstützung für Start-ups verbessern. Die Wirtschaftsförderung generell soll über verschiedene Sektoren hinweg Unternehmen bei der digitalen Transformation unterstützen und digitale Start-ups fördern.

Die hessische Digitalstrategie entstand bereits 2016, ist also das erste der hier untersuchten Strategiedokumente, und hebt das produzierende Gewerbe am stärksten hervor. Die ganz zentrale Fokussierung auf den Industriebegriff geht sicherlich auch auf das 2015 von der Landesregierung zusammen mit der Vereinigung der hessischen Unternehmerverbände (VhU) und Unternehmen entwickelte „Leitbild des Industriestandorts Hessen" zurück. Das Ziel ist, „Hessen unter den Top 5 der europäischen Innovationsrangliste zu platzieren und zu einer der modernsten Industrieregionen Europas zu entwickeln". Auf strukturschwache Regionen oder den Abbau von Disparitäten wird lediglich im Rahmen des Pilotprojekts „Digitales Mittelhessen" (vor allem Ausbau Netze) Bezug genommen. Dies geschieht jedoch aus einer Perspektive der demografischen Entwicklung und attraktiver Lebensbedingungen, weniger aus industriepolitischen Erwägungen.

7.3 NORDRHEIN-WESTFALEN

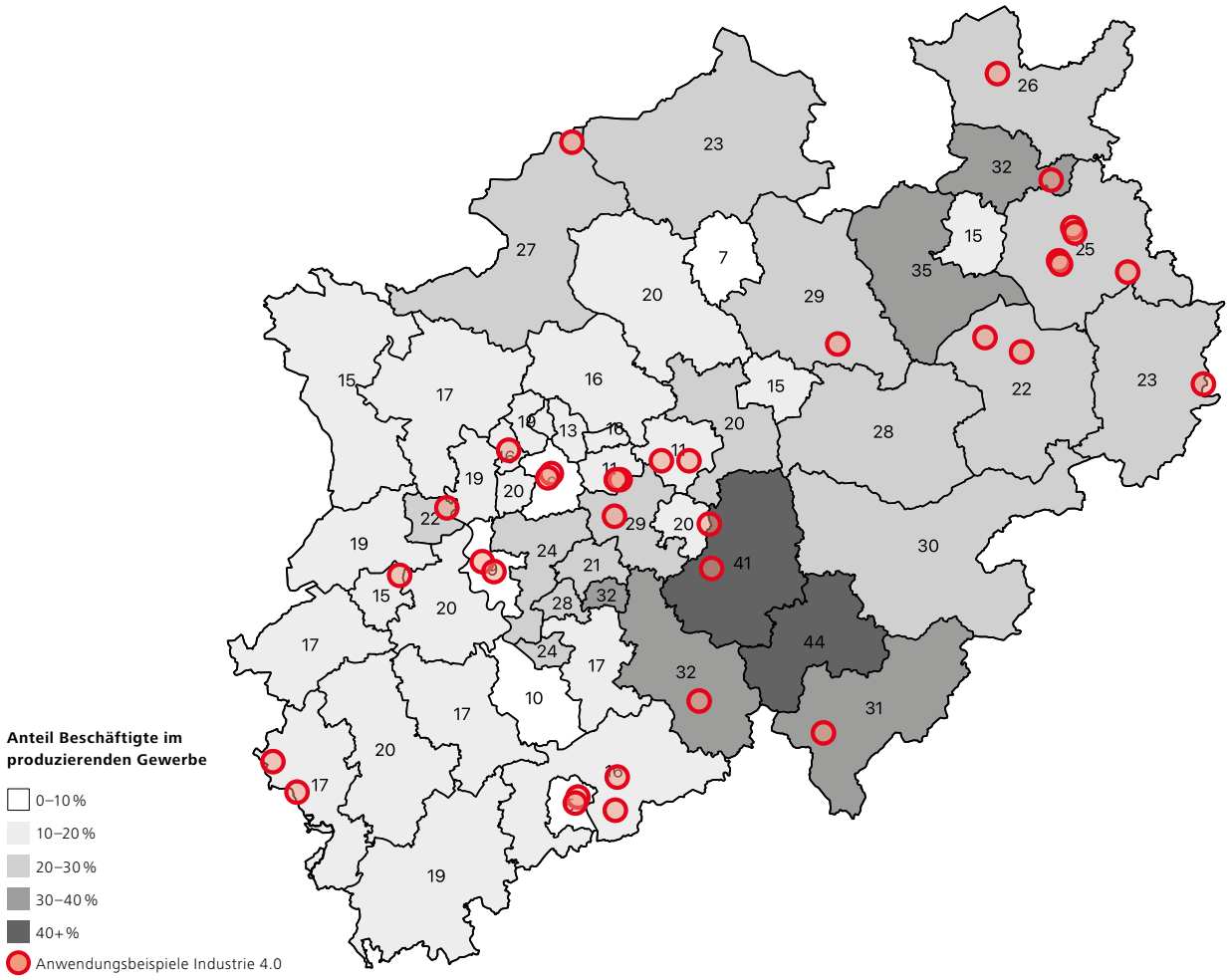
Das Bundesland Nordrhein-Westfalen war in der Nachkriegszeit „der schwerindustrielle Motor der BRD". Heute bildet es mit einem Anteil von etwa 20 Prozent an allen Industriebeschäftigten und -exporten immer noch den „industriellen Kern" Deutschlands. Zugleich hat sich die Branchenstruktur ausgefächert: Während Kohle und Stahl (im Ruhrgebiet) sowie die Textilindustrie (Rheinland) an Bedeutung verloren, sind die Investitionsgüterproduktion, die chemische Industrie und der Fahrzeugbau wichtiger geworden. Als „Heimat zahlreicher Industrieunternehmen von Weltruf (…) ist NRW zugleich in wachsendem Maße ein Land des Mittelstands" (Andersen/Woyke 2013: 399).

Für die 40 Standorte für Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in NRW lassen sich zwei Muster erkennen. Zum einen liegt ein Schwerpunkt in der Metropolregion Rhein-Ruhr zwischen Düsseldorf und Dortmund. Diese Region ist durch „fünf hoch Industrie 4.0 affine Branchen" gekennzeichnet: Maschinenbau und chemische Industrie stechen hinsichtlich Umsatz und Unternehmensanzahl heraus, „[s]trukturbestimmend sind die Metallerzeugung und -bearbeitung mit einem mittleren Industrie 4.0 Affinitätsgrad" (Hartmann/Mietzner 2015: 36). Zum anderen bilden sich Schwerpunkte um die Universitätsstädte: Bielefeld und Paderborn, Aachen sowie Bonn (siehe Abbildung 11). Ausschlaggebend hierfür ist der „Wissenstransfer und das Angebot an technisch und digital geschulten Absolventen" (Bertenrath et al. 2017: 49). Dieses Ergebnis passt zu der Feststellung, dass die Industrie in NRW insbesondere in städtischen Räumen „überdurchschnittlich digitalisiert ist" (Bertenrath et al. 2017: 49). Dagegen sind die Industriearbeitsplätze „überdurchschnittlich stark abseits der großen Zentren konzentriert (so etwa im Siegerland, Sauerland oder Münsterland), mit wenigen Ausnahmen werden aber gerade in *diesen industriellen Kernregionen keine besonders hohen Digitalisierungsgrade [eigene Herv.] gemessen"* (Bertenrath et al. 2017: 49).

Der Regierungsbezirk Düsseldorf ist es auch, der mit 3 Milliarden Euro Ausgaben für F&E mit 17.600 Beschäftigten 2017 vor dem Bezirk Köln mit 2,4 Milliarden Euro und 17.500 Beschäftigten lag. Es folgten Arnsberg und Detmold mit 1,2 respektive 1,1 Milliarden Euro und etwa 10.000 Beschäftigten. Der auch bei den Anwendungsbeispielen für Industrie

34 Dem hessischen Mittelstand gehören 99,6 Prozent der Unternehmen (2016) und 64,4 Prozent der Beschäftigten an (2017), die 35,4 Prozent des Gesamtumsatzes erwirtschaften (vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2018: 8).

Abbildung 11
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in NRW



Quelle: Plattform Industrie 4.0 o. J.a, Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2020b); eigene Darstellung.

4.0 schwach vertretene Regierungsbezirk Münster[35] bildete mit knapp 540 Millionen Euro und 4.000 Beschäftigten das Schlusslicht, lag damit aber immer noch in beiden Bereichen vor dem gesamten Bundesland Brandenburg (vgl. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019: 51). Bei den Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt stand Detmold mit 273 pro einer Million Einwohner_innen im Jahr 2012 an der Spitze der Regionen und Münster mit 148 am Ende (vgl. Eurostat 2020).

Der Transformationsatlas der IG Metall zeigt für NRW, dass das Bundesland bei der Nutzung neuer Technologien nur in den Bereichen digital kommunizierender Produktionsmittel sowie leicht bei KI und Ferndiagnose/-wartung über dem gesamtdeutschen Durchschnitt liegt. Zugleich liegt NRW im Gegensatz zu den anderen untersuchten Bundesländern in allen Bereichen deutlich über dem Bundesdurchschnitt beim Stadium der Umsetzung von Digitalisierung. NRW kommt somit auf der einen Seite eine Vorreiterrolle zu: in der Prozessdigitalisierung im inkrementellen Sinne. Auf der anderen Seite hinkt das Bundesland gleichzeitig bei der Einführung neuer innovativer Konzepte und Möglichkeiten im Sinne von Industrie 4.0 leicht hinterher (vgl. Abbildung 12).

Tabelle 5
Vergleich F&E in Nordrhein-Westfalen

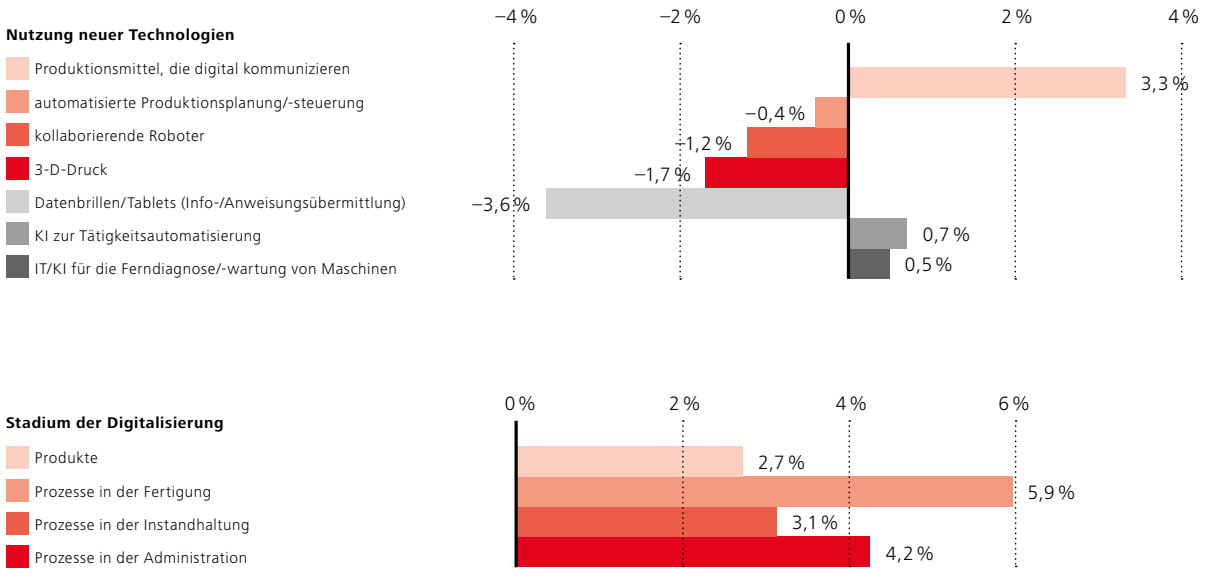
Regierungsbezirk	F&E-Ausgaben	F&E-Beschäftigte
Düsseldorf	3,1 Mrd. Euro	17.600 Beschäftigte
Köln	2,4 Mrd. Euro	17.500 Beschäftigte
Arnsberg	1,2 Mrd. Euro	10.000 Beschäftigte
Detmold	1,1 Mrd. Euro	10.000 Beschäftigte
Münster	540 Mio. Euro	4.000 Beschäftigte
insg.	8,34 Mrd. Euro	59.100 Beschäftigte

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019.

Dies überrascht umso mehr, als NRW in seiner Digitalstrategie (Landesregierung NRW: „Strategie für das digitale Nordrhein-Westfalen: Teilhabe ermöglichen – Chancen eröffnen") auf die dichteste Wissenschafts- und Forschungslandschaft Europas verweisen kann. Da es in NRW im Mai 2017 einen Regierungswechsel gab, die Digitalstrategie also von einer neuen Landesregierung entwickelt wurde, geht

35 2019 erhielt Münster jedoch den Zuschlag für den Aufbau einer Fraunhofer Forschungsfertigung für Batteriezellen. Diese fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit 500 Millionen Euro und NRW stellt 200 Millionen Euro für Gebäude(einrichtung) und Grundstück zur Verfügung.

Abbildung 12
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) in NRW



Anmerkung: Siehe Abbildung 2.
Quelle: IG Metall Transformationsatlas; eigene Berechnungen.

diese deutlicher als andere auf Schwächen ein. So bestehe in Bereichen wie Wertschöpfung, Produktion und Leistungserstellung, Marketing und Vertrieb über alle Branchen hinweg noch viel Potenzial für (industriebezogene) Digitalisierungsbestrebungen. Auch die vergleichsweise wenigen Patentanmeldungen und geringe private Investitionen in F&E bremsten die Entwicklung. Bei der Bereitstellung von Wagniskapital haben die Volumina von Wagniskapitaltransaktionen nach der Krise 2008 zwar auch in Nordrhein-Westfalen zugenommen, dennoch liege man „relativ wie auch in absoluten Größen deutlich hinter Berlin, Bayern und Hamburg zurück" (Landesregierung von Nordrhein-Westfalen 2018: 18).

KMU: Hier zeigt sich das gleiche Muster wie in den anderen Ländern, was die besondere Notwendigkeit, KMU zu fördern, angeht: Diejenigen der 750.000 KMU in NRW, die Chancen der Transformation nicht aktiv ergriffen, seien auf Unterstützung in diesem Wandel angewiesen. Dabei seien es gerade mittelständische Industriebetriebe, die sich herausgefordert sähen, „ihre Prozesse zu vernetzen und aus den gewonnenen Betriebsdaten neue Geschäftsmodelle zu entwickeln" (Landesregierung von Nordrhein-Westfalen 2018: 20). Belegschaften müssen fit gemacht werden, um ihre Kompetenzen und Erfahrungen für den digitalen Wandel einzusetzen.

Transferstrategie/Innovation: NRW soll „zum führenden Bundesland für digitale Innovationen [werden.] (…) Forschung zu heutigen und künftigen Schlüsseltechnologien wie Internet of Things (IoT), Künstliche Intelligenz (KI), Quantencomputing oder autonome Systeme, Blockchain und Cyber Security soll international für ihre Exzellenz bekannt sein. Die Forschungsergebnisse sollen, wann immer möglich, in konkrete Anwendungen und marktfähige Produkte und Dienstleistungen übersetzt werden" (Landesregierung von Nordrhein-Westfalen 2018: 14). Der Schlüssel dazu bestehe darin, Infrastrukturen für den Praxistransfer zu entwickeln und die Beziehung zwischen Wissenschaft und Industrie durch eine neue kooperative Kultur aufzuwerten. Die Hoffnungen ruhen dabei vor allem auf den Forschungs- und Transferleistungen der Hochschullandschaft in der Ruhrregion, unter anderem mit vier Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Es bedürfe aber auch einer strukturierten Zusammenarbeit zwischen Forschung und Unternehmen. „Dazu gehören eine Kultur der gegenseitigen Wertschätzung, berufliche Perspektiven für Nachwuchskräfte, unternehmerisches Denken und wirtschaftliches Know-how bei der anwendungsorientierten Forschung sowie eine Offenheit in der Wirtschaft gegenüber kreativen Ideen aus der Wissenschaft" (Landesregierung von Nordrhein-Westfalen 2018: 57). Neben diesen Soft Skills sollen auch die digitalen Hubs und Netzwerke zum Transfer digitaler Innovationen in die etablierten Unternehmen beitragen. Höhere F&E-Investitionen sollen schließlich dabei helfen, die Wachstumspotenziale der Digitalisierung für die Industrie besser auszuschöpfen.

Start-ups/Gründerdynamik: Für die Attraktivitätssteigerung hinsichtlich der Start-ups wolle man alles dafür tun, dass wieder mehr erfolgreiche neue Unternehmen aus NRW kommen, unter anderem sollten weitere Anreize für die Bereitstellung insbesondere von privatem Wagniskapital gesetzt werden. Diese sollen mit Ideen für digitale Geschäftsmodelle zukunftsfähige Arbeitsplätze schaffen, aber auch schnell skalierbare Lösungen zur Verfügung stellen, von denen etablierte Unternehmen aller Branchen profitieren – vom Handwerksbetrieb bis zum industriellen Großkonzern.

Hinsichtlich der Frage nach der Abbildung regionaler Disparitäten formuliert NRW Ziele in beide Richtungen. So will die Landesregierung NRW zum führenden Bundesland

für digitale Innovationen entwickeln und internationale Exzellenz bei Forschung und Schlüsseltechnologien erreichen. So investiert NRW bis 2020 rund 640 Millionen Euro in die digitale Wirtschaft. Im Kern zielt die Vernetzung von Industrie, KMU und Start-ups auf sechs regionale Digital-Hubs und Kompetenzzentren. Diese orientieren sich explizit an den vorhandenen starken industriellen Zentren, um etablierte Unternehmen mit den Ideen junger, kreativer Start-ups zusammenzubringen. Gleichzeitig soll aber auch die Region an Ruhr, Emscher und Lippe darin unterstützt werden, sich als wettbewerbsfähige und nachhaltige Metropolregion mit hoher Lebensqualität im digitalen Zeitalter zu etablieren und dies insbesondere über die Hochschulen in der Ruhrregion.

7.4 BRANDENBURG

Die Ausgangslage des Bundeslandes Brandenburg für die Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten ist gänzlich anders als in Hessen, NRW und BW. Brandenburg ist ländlich geprägt und dünn besiedelt. Das zu DDR-Zeiten entwickelte „Industrieprofil mit Braunkohlebergbau, Eisen- und Stahlerzeugung, Petrochemie, Metallurgie, Elektrotechnik/Elektronik, optische Industrie bzw. Maschinen- und Fahrzeugbau" zerschlug sich im Rahmen der De-Industrialisierung nach der deutschen Wiedervereinigung (Franzke 2019: 4). „Mit 59 [von 100 möglichen] Punkten gehört in Brandenburg das Branchencluster Industrie/Bau zu den Vorreitern, es schneidet dort sogar drei Punkte besser ab als im Bundesdurchschnitt" (Techconsult 2018). Heute spielen viele innovative KMU die zentrale Rolle, wohingegen nur wenige Großunternehmen dort aktiv sind. Nicht zuletzt die Lage um die Wissenschaftscluster in Berlin machen Brandenburg auch zu einem interessanten Investitionsstandort für junge Industrien, wie dies beispielsweise die Ansiedlung des Tesla-Werkes in Grünheide ist. Aber auch die Milliardeninvestition in der chemischen Industrie, die im Süden Brandenburgs seit 2019 neu getätigt werden, weisen auf positive Perspektiven des Industriestandortes Brandenburg hin.

Tabelle 6
Vergleich F&E in Brandenburg

Region	F&E-Ausgaben	F&E-Beschäftigte
Südbrandenburg	325 Mio. Euro	3.500 Beschäftigte
Nordbrandenburg	80 Mio. Euro	900 Beschäftigte
insg.	405 Mio. Euro	4.400 Beschäftigte

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019.

Der Blick auf den Anteil der Arbeitnehmer_innen im produzierenden Gewerbe zeigt, dass die industriellen Schwerpunktregionen eher im Süden Brandenburgs zu finden sind. Dazu zählen die Schwerpunkte der optischen Industrie, aber auch viele Unternehmen des Maschinenbaus sowie der Herstellung elektrischer Ausrüstung und von Metallerzeugnissen. Korrespondierend dazu lagen die Ressourcenaufwendungen für F&E im Jahr 2017 mit 325 Millionen Euro und knapp 3.500 Beschäftigten deutlich über den knapp 80 Millionen Euro und weniger als 900 Beschäftigten in Nordbrandenburg. Damit liegt das Land Brandenburg insgesamt hinter dem schwächsten Regierungsbezirk in NRW (Münster mit 536 Millionen Euro und 3.800 Beschäftigten) und weit hinter dem schwächsten in BW (Freiburg mit 1,5 Milliarden Euro und 11.000 Beschäftigten) (vgl. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019: 51). Ebenso lag Brandenburg im Jahr 2012 mit 88,3 der gemeldeten Patenten pro einer Million Einwohner_innen beim Europäischen Patentamt weit hinter den anderen Ländern.[36]

Eine besonders wichtige und innovative Rolle kommt in Brandenburg dem Industriegürtel um Berlin zu. Das zeigt sich auch mit Blick auf die fünf Anwendungsbeispiele auf der Industrie-4.0-Landkarte: Vier der fünf in Brandenburg identifizierten Anwendungsbeispiele befinden sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu Berlin (siehe Abbildung 13).

Regionale Disparitäten spielen also nicht nur zwischen Bundesländern eine wichtige Rolle, sondern können auch innerhalb eines Bundeslandes bestimmend sein. Im Fall von Brandenburg sind dies die Landkreise in unmittelbarer Nähe zur Bundeshauptstadt.[37] Hier haben sich die Unternehmen der biotechnologischen und pharmazeutischen Industrie angesiedelt. Diese Unternehmen und Landkreise dominieren die gesamte Region Brandenburg „hinsichtlich der Affinität für Industrie 4.0" und beim Umsatz, woran eine Dimension regionaler Disparität innerhalb des Bundeslandes deutlich wird (Hartmann/Mietzner 2015: 38).

Eine weitere Dimension zeigen die Ergebnisse des Transformationsatlas der IG Metall auf. Der IG-Metall-Bezirk Brandenburg-Sachsen liegt bei der Nutzung neuer Technologien nur im Bereich digital kommunizierender Produktionsmittel über dem Durchschnitt und in vier der sieben Bereiche – in diesem Fall kollaborierende Roboter, Datenbrillen/Tablets, KI zur Tätigkeitsautomatisierung und 3-D-Druck – deutlich unter dem Durchschnitt. Zugleich liegt es bei der Umsetzung nur in den Bereichen der Produktions- und Administrationsdigitalisierung im bundesweiten Durchschnitt – steht damit aber deutlich besser da als etwa der Vergleichsfall NRW. Erklären lassen sich diese Ergebnisse durch die größeren regionalen Disparitäten innerhalb von Brandenburg. Den wenigen großen Unternehmen, die als Digitalisierungsvorreiter im Speckgürtel um Berlin wirken, steht eine Vielzahl an kleineren Unternehmen und Handwerksbetrieben[38] in den ländlichen Räumen gegenüber, die der digitalen Entwicklung hinterherhinken oder diese als nicht relevant für ihren Geschäftsbereich sehen (vgl. Abbildung 14).

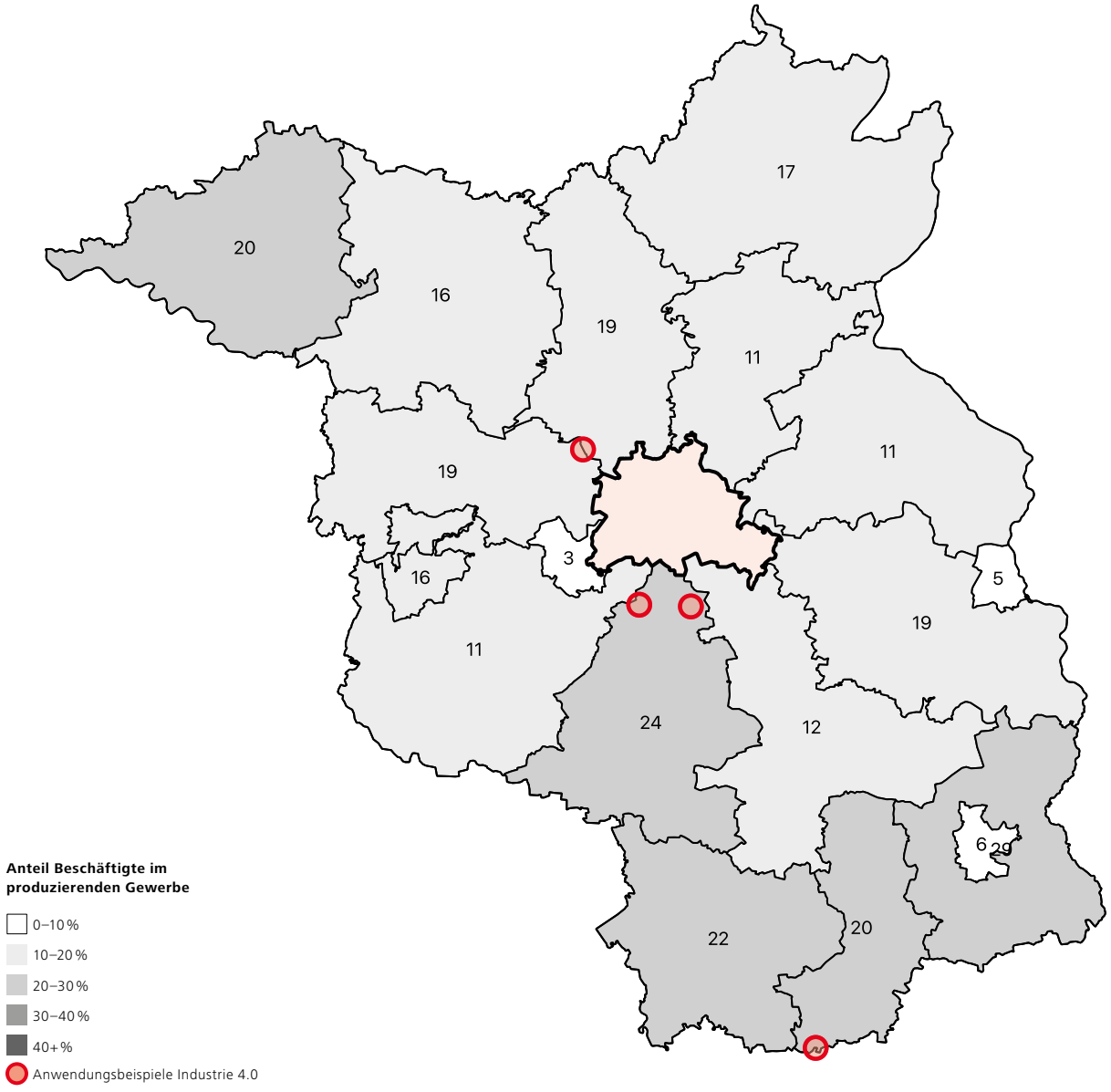
---

36 Zum Vergleich: 148,4 (Münster) bis 237,3 (Detmold) Patente pro einer Million Einwohner_innen wurden in NRW angemeldet, sogar 359,6 (Tübingen) bis 480,7 (Stuttgart) in BW (vgl. Eurostat 2020).

37 Dementsprechend gehören die Regionen im Pendlereinzugsbereich um Berlin auf der Disparitätenkarte von Fink et al. (2019: 9f.) auch zur „soliden Mitte", während die Räume in Ostdeutschland jenseits der Großstädte zu den „ländlich geprägten Räumen in der dauerhaften Strukturkrise" zählen.

38 Während der Anteil des Handwerks an allen Beschäftigten in Gesamtdeutschland im Jahr 2016 bei 12,6 Prozent lag, kam Brandenburg auf 13,6 Prozent (und lag damit in Ostdeutschland zwischen Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern mit 12,4 bzw. 12,8 Prozent sowie Sachsen-Anhalt und Sachsen mit 14,0 respektive 14,4 Prozent). Aber auch innerhalb von Brandenburg gibt es erheblich Unterschiede mit 15 Prozent Anteil in der Region Cottbus, 14 Prozent in Frankfurt/Oder und 12,5 Prozent in der Region Potsdam (Wiethölter et al. 2019: 12, 25).

Abbildung 13
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in Brandenburg



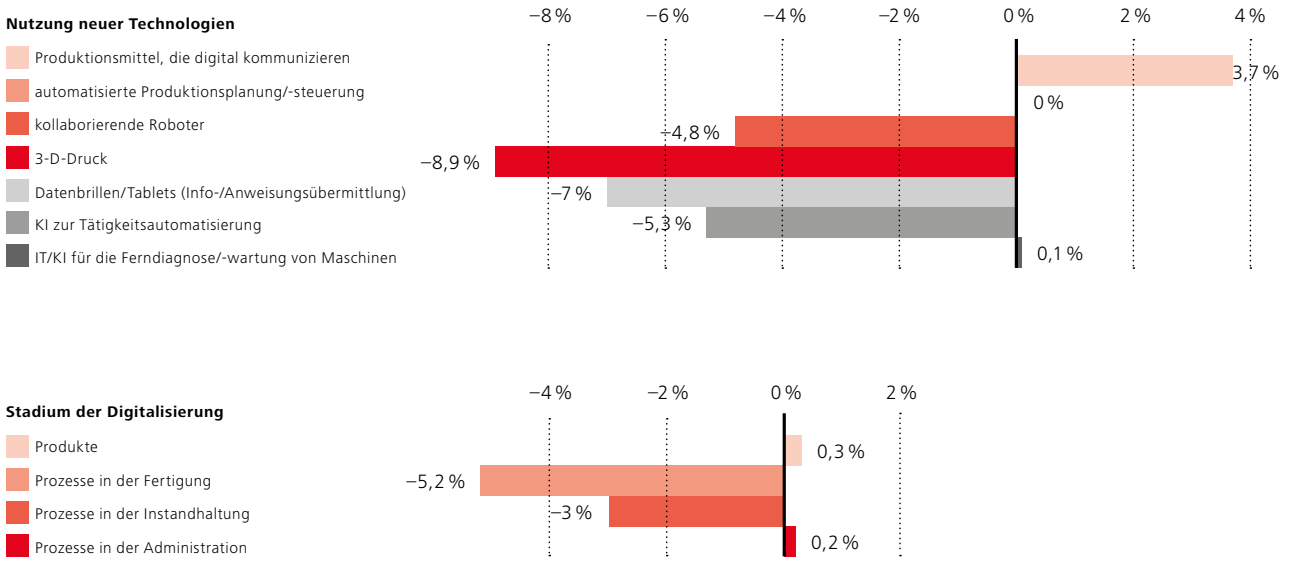
Quelle: Plattform Industrie 4.0 o. J.a, Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2020b); eigene Darstellung.

Die Brandenburger Landesregierung sieht in ihrer dezentralen kleinteiligen Betriebsstruktur für ihre Digitalstrategie („Zukunftsstrategie. Digitales Brandenburg", 2018) nicht nur Nachteile. Denn gerade wenn es darum gehe, Innovationen auszuprobieren und schnell Veränderungen umzusetzen, könne die sogar vorteilhaft sein. Dennoch fehle den „kleinen (und stark ausgelasteten) Wirtschaftseinheiten oft die Kapazität, sich strukturiert mit Veränderungsprozessen auseinanderzusetzen" (Brandenburgische Landesregierung 2018: 26). Die Sorgen der Industrie darüber, im digitalen Strukturwandel abgehängt zu werden, seien gleichwohl existent. Der Rückstand in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Innovation zu anderen deutschen Regionen mache deshalb besondere Anstrengungen und einen Aufholprozess notwendig.

KMU: Die Kapazitäts- und Ressourcenprobleme der KMU, insbesondere im strategischen Umgang mit den Erfordernissen der Digitalisierung, will die brandenburgische Landesregierung durch Förderung externer Beratungsressourcen unterstützen. Der Wirtschaftsförderung Brandenburgs kommt hierbei als Lotse in die Fläche eine wichtige Rolle zu. Der generelle Ansatz der Regionalisierung adressiert die kleinteilige Brandenburger Wirtschaftsstruktur.

Transferstrategie/Innovation: Um die Innovationskultur zu stärken, möchte die Landesregierung die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft intensivieren. Dies sei notwendig, um den Aufholprozess in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Innovation voranzubringen. Dabei sollen nicht nur „Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie private Unternehmen zur gemeinsamen Förderung von Forschung (…) [zusammengebracht und] bereits bestehende Kompetenzen (…) [vernetzt werden, sondern] die Forschungsergebnisse in einer Weise aufbereitet werden,

Abbildung 14
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) im IG-Metall-Bezirk Brandenburg-Sachsen



Anmerkung: Siehe Abbildung 2.
Quelle: IG Metall Transformationsatlas; eigene Berechnungen.

dass sie in die Breite der Brandenburger Wirtschaft übertragen werden können" (Brandenburgische Landesregierung 2018: 27). Auch mögliche „Cross-Cluster-Potenziale zwischen den Branchen" (Brandenburgische Landesregierung 2018: 27) sollen identifiziert werden, um die Entstehung von Zukunftsmärkten und Innovationen zu fördern.

Start-ups/Gründerdynamik: Junge innovative Unternehmen sollen in der Gründungs- und Wachstumsphase durch finanzielle Förderprogramme unterstützt und begleitet werden.

Der Kennzahlenvergleich macht deutlich, dass die Brandenburger Wirtschaft gegenüber den anderen deutschen Regionen deutliche Defizite hat. Insofern wird ein Aufholprozess angestrebt, der darauf abzielt, starke Akteure zu stärken und „Digitalpionieren zu überregionaler Strahlkraft" zu verhelfen. Die kleinteilige Wirtschaftsstruktur ist dabei eine besondere Herausforderung für die Digitalstrategie, die durch regionalisierte Unterstützungsstrukturen angegangen werden soll. Gleichwohl konzentriert sich Brandenburg in seiner Förderstrategie auf neun regionale Cluster. Fünf davon sind länderübergreifende Cluster in Zusammenarbeit mit Berlin, vier weitere sollen eigene Stärken betonen (u. a. Kunststoffe und Chemie sowie Metall). Die Investitionen im Fahrzeugbau und in der chemischen Industrie zeigen zudem, dass auch jenseits der kleinteiligen KMU-Landschaft durchaus Anknüpfungspunkte für eine industrielle digitale Dynamik bestehen.

8

ZENTREN UND PERIPHERIEN ZWISCHEN INDUSTRIEN 3.0 UND 4.0 – MUSTER, ERKLÄRUNGEN UND PERSPEKTIVEN

Die systematische Analyse der Digitalisierung der Wirtschaft in den deutschen Bundesländern zeigt, dass dort seit einigen Jahren diesem Thema eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird. Hinsichtlich der Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten ist offensichtlich, dass das Thema Digitalisierung in der Mehrheit der großen Industrieunternehmen angekommen ist. Zudem sind auch bereits erfolgreiche konkrete Anwendungsbeispiele und Umsetzungen von Prozessdigitalisierung und neuen digitalen Produkten zu finden. Diese Perspektive verdeckt allerdings die besondere Bedeutung von KMU für die Digitalisierung der deutschen Wirtschaft. Sie machten 2017 99,3 Prozent aller Unternehmen aus, beschäftigten 60,8 Prozent aller Erwerbstätigen, tätigten 43 Prozent aller Bruttoinvestitionen in Sachanlagen und generierten immerhin 33,2 Prozent des Gesamtumsatzes (vgl. Statistisches Bundesamt 2019c). Dies gilt, wenn auch auf etwas niedrigerem Niveau, ebenfalls für das verarbeitende Gewerbe (42,9 Prozent der Beschäftigten und 30,6 Prozent des Umsatzes entfielen 2016 auf KMU; vgl. Lichtblau et al. 2018: 7).

Bezogen auf die Umsetzung von Industrie 4.0 sind die sogenannten Hidden Champions von besonderem Interesse. Auf der einen Seite sind etwa 20 Prozent aller KMU „außerhalb der Verdichtungsräume beheimatet, viele von ihnen in Kleinstädten, auch solchen in peripheren Lagen“ (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2019: 17). Bei den Unternehmen in peripheren Kleinstädten handelt es sich „überwiegend um recht große, mehrheitlich familiengeführte Industrieunternehmen, für die eine bedeutende wirtschaftliche Rolle vor Ort anzunehmen ist“ (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2019: 20). Sie stellen damit den Kern der wirtschaftlichen Dynamik in diesen Regionen dar. Auf der anderen Seite wurde gerade den KMU lange Zeit nachgesagt, sich nicht ausreichend um das Thema Digitalisierung zu kümmern. Noch 2016 lag der Anteil derjenigen KMU, die sich gar nicht oder in nur geringem Maß um Digitalisierung in der Unternehmensstrategie bemühen, bei über 45 Prozent – unter Großunternehmen waren es dagegen nur 26 Prozent (vgl. Lichtblau et al. 2018: 14). Gleichwohl wuchs in den vergangenen Jahren der Anteil derjenigen KMU, die in Industrie 4.0 eine (sehr) hohe strategische Bedeutung sehen: Zwischen 2015 und 2018 stieg dieser Anteil von 37 auf 49 Prozent (vgl. Deloitte 2019: 7). In einer Studie von Becker et al. (2019: 99f.) gaben sogar 65 Prozent der mittelständischen Unternehmen an, dass Industrie 4.0 von strategischer Bedeutung sei. Trotzdem waren es nur 37 Prozent, die eine eher oder sehr hohe Bedeutung von Industrie 4.0 für ihre Unternehmen proklamierten. Allerdings gehen 66 Prozent davon aus, dass die Bedeutung in Zukunft zunehmen wird. Die unterschiedliche Einschätzung zwischen KMU und Großunternehmen schlägt sich auch in der tatsächlichen Nutzung von digitalen Technologien nieder: Sie steigt mit der Unternehmensgrößenklasse an. Bei vielen Indikatoren (wie der Nutzung von Cloud-Computing, Big Data, Robotik/Sensorik oder Supply-Chain-Management) liegen daher „die Nutzungsintensitäten bei größeren Unternehmen zum Teil deutlich höher als bei KMU“ (Lichtblau et al. 2018: 22).

Aus den Betriebsfallstudien im Rahmen des Projekts „Arbeit 2020“ wird abgeleitet, dass „das Niveau der Vernetzung in den Betrieben höher ist als das Niveau der Selbststeuerung durch Technik und dass damit die Vision einer ‚Industrie 4.0‘ noch recht weit von ihrer Realisierung entfernt zu sein scheint“ (Haipeter 2019: 98). Es existieren zwar einzelne Leuchttürme der Implementierung von Industrie 4.0, aber nach einer flächendeckenden Umsetzung sehe es auch in der mittleren Zukunft nicht aus. „Zwar spielen schon heute viele Elemente auf dem Weg zu selbstkonfigurierenden Systemen, wie

beispielsweise intelligente Produktionsanlagen oder Echtzeitüberwachung eine wichtige Rolle. Dennoch scheint I4.0 schon rein technologisch in weiten Teilen noch stärker in der Entwicklung zu sein, als dies teilweise suggeriert wird" (Dworschak/Zaiser 2019: 82).

Der bisherige Stand der Umsetzung von Industrie 4.0 spricht daher gegen den Modus einer technologischen Disruption. Die Entwicklung ist weniger durch einen revolutionären Bruch als durch eine inkrementelle Modernisierung geprägt (vgl. Haipeter 2019: 98f.; Dworschak/Zaiser 2019: 82). Statt Industrie 4.0 könnte also vielmehr von einer Industrie 3.5 gesprochen werden. „Die ‚Smart Factory' ist in den Untersuchungsbetrieben derzeit eine Zukunftsvision" (Haipeter 2019: 123).

Die auf der Landkarte der Anwendungsbeispiele Industrie 4.0 verzeichneten Umsetzungen im produzierenden Gewerbe sprechen gegen einen davon ausgehenden Abbau von Disparitäten zwischen bevölkerungsreichen, städtischen Zentren und ländlichen, peripheren Räumen. Deutlich wird dies, wenn man das Verhältnis zwischen Flächengröße und Bevölkerungszahl auf der Ebene der Postleitzahlengebiete der vier untersuchten Bundesländer heranzieht. Die auf der Landkarte verzeichneten Leuchttürme der Industrie 4.0 finden sich gerade nicht in den dünner besiedelten ländlichen Räumen und nicht in den Räumen mit hohem Beschäftigtenanteil im produzierenden Gewerbe, sondern lassen sich insbesondere in den Bereichen mit großer Bevölkerungsdichte und im Einzugsbereich von Universitäten und technischen Hochschulen verorten (siehe Abbildung 16). Von den 96 Anwendungsbeispielen liegen 50 Prozent in Räumen, die über 500 Einwohner_innen pro Quadratkilometer aufweisen und damit als dicht besiedelte Räume zählen.[39] Auf ländliche Räume mit maximal 150 Einwohner_innen[40] pro Quadratkilometer entfallen nur elf Beispiele (10,4 Prozent).

Insofern unterscheiden sich die untersuchten Bundesländer zwischen Ost- und Westdeutschland zwar in ihrer Ausgangslage sowohl auf quantitativer (Zahl an Großunternehmen) als auch auf qualitativer Ebene (wirtschaftlicher Erfolg der Unternehmen). Bezogen auf das Innovationspotenzial, den Einsatz digitaler Technologien und die Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten gibt es jedoch keine primär west- oder ostdeutsche Logik. Vielmehr spielen hier regionalspezifische Settings die Hauptrolle, in denen strukturstarke Industriestandorte mit hohen Ausgaben für Forschung und Entwicklung auf dem Weg zu Industrie 4.0 vorangehen. Jakszentis und Hilpert (2007) stellten bereits 2007 für die industrielle Modernisierung fest: „Regionen ohne entsprechende Forschungsstrukturen und industrielle Innovationspotenziale kommen in ihren Entwicklungen in zunehmendem Maße unter Druck" (Jakszentis/Hilpert 2007: 28). Strukturschwache, ländliche Regionen verfügen in Ost- wie Westdeutschland aufgrund ihrer schlechteren Ausgangslage über ein geringeres technologisch-industrielles Innovationspotenzial. Der Unterschied ist nur, dass dieser Typ von Regionen in Ostdeutschland häufiger anzutreffen ist als in vielen westdeutschen Bundesländern.[41]

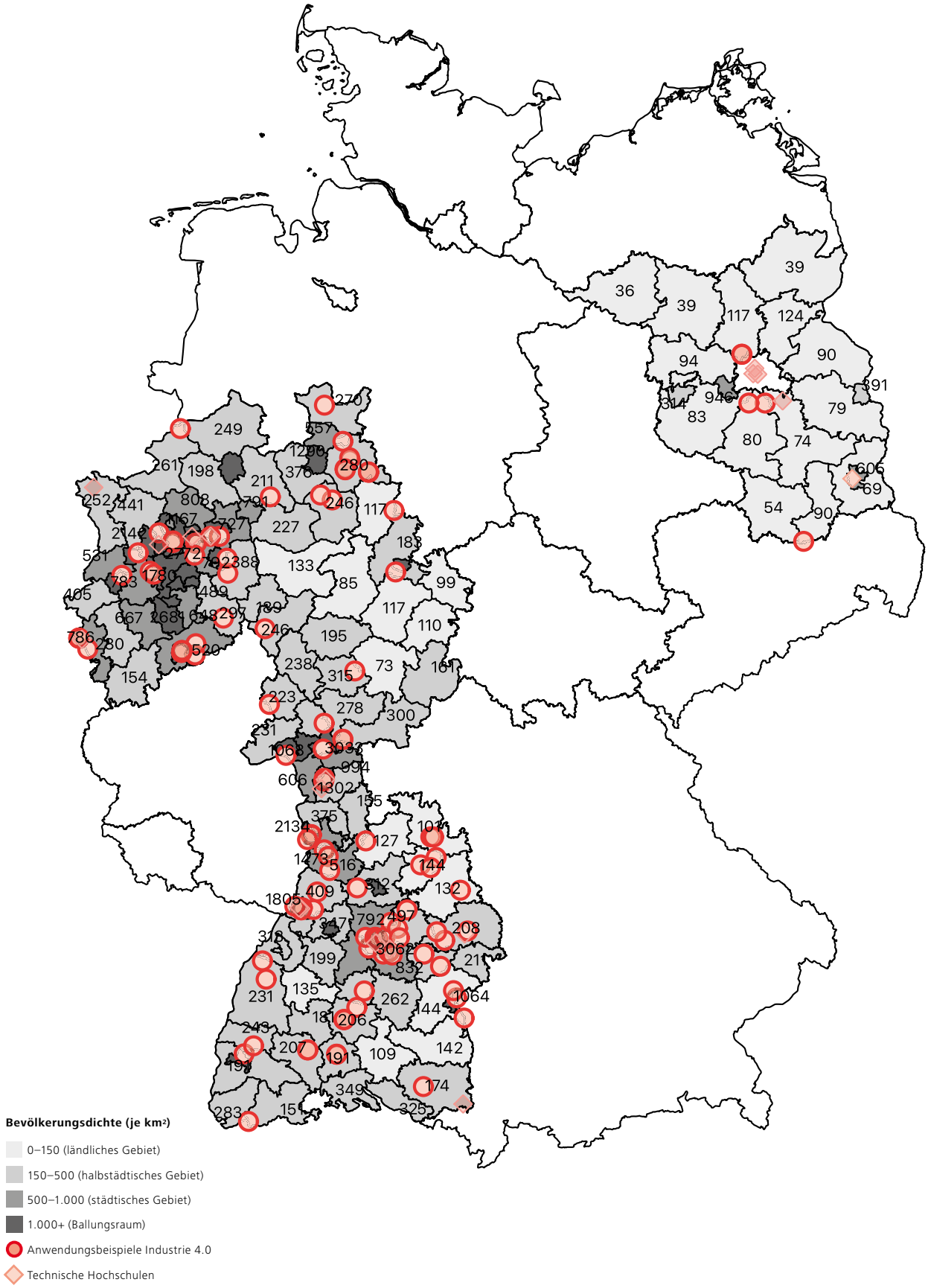
Das Fehlen einer ostdeutschen Logik zeigt sich auch mit Blick auf die möglichen Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt. Spätestens seit der Studie von Frey und Osborn (2013) wird über die Gefahr des Wegfalls von Arbeitsplätzen durch die Digitalisierung gesprochen. Diese Diskussion hat auch vor der deutschen Industrie-4.0-Debatte nicht haltgemacht. Alle Länderstudien des IAB zu den Substituierbarkeitspotenzialen von Beschäftigten zeigen für die hier untersuchten vier Länder einen eindeutigen gemeinsamen Zusammenhang: Mit steigendem Anteil der Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe steigt auch die Betroffenheit von einem hohen Substituierungspotenzial durch Digitalisierung an. Dieser Zusammenhang findet sich dabei nicht nur auf Länderebene, sondern eindeutig auch in den Kreisen (Hafenrichter et al. 2016: 26; Seibert et al. 2019: 13). Erklären lässt sich der Zusammenhang unter anderem damit, dass insbesondere Fertigungs- und fertigungstechnische Berufe durch ihr spezifisches Tätigkeitsprofil bedroht sind (Hafenrichter et al. 2016: 18; Seibert et al. 2019: 9, 16; Sieglen 2018: 14; Weißler 2018: 24). Hinzu kommt, dass gerade bei den unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen das Substituierbarkeitspotenzial überdurchschnittlich stark gestiegen ist (vgl. Wydra-Somaggio 2019: 7f.). „Der regionale Anteil an Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial hängt maßgeblich von der spezifischen Branchen- und Berufsstruktur in einem Bundesland ab. Diese regionalen Disparitäten können sich verschärfen oder verstetigen, wenn den Betrieben zum Einsatz digitaler Technologien die erforderliche Infrastruktur (Breitband) zur Verfügung steht" (Wydra-Somaggio 2019: 13). Diese Perspektive zeigt noch einmal deutlich, dass das Thema Qualifizierung sowie Aus- und Weiterbildung mit Bezug auf Industrie 4.0 nicht nur eine zentrale Rolle spielt, um den neuen Anforderungen einer digitalisierten Industrie gerecht zu werden und damit überhaupt erst eine breitere Umsetzung der mit Industrie 4.0 verbundenen Konzepte zu ermöglichen. Die konkret identifizierten Qualifizierungsbedarfe angesichts sich verändernder Anforderungen unterscheiden sich dabei zwischen der Erstausbildung und der betrieblichen Weiterbildung kaum, was eine Studie zu Industrie 4.0 und Qualifizierung am Beispiel des Maschinen- und Anlagenbaus zeigt. Aktuell werden die Anforderungsbedarfe durch Industrie 4.0 in der Erstausbildung sowie der betrieblichen Weiterbildung insbesondere in den Bereichen Datenschutz/Privacy (fast 80 Prozent sehen diese Qualifikation als „aktuell schon von Bedeutung"), interdisziplinäre Zusammenarbeit (über 80 Prozent), Gestaltung von Innovationen (etwa 70 Prozent) sowie dem Umgang mit Big Data (über 50 Prozent bei der Erstausbildung) gesehen. Allen anderen zukünftig für besonders wichtig erachteten Anforderungsbereichen wird dagegen aktuell eine geringere Bedeutung in der Aus- und Weiterbildung attestiert. Gleichzeitig ergeben sich in diesen Feldern bis 2025 auch die umfänglichsten Qualifizierungsbedarfe und Umsteuerungsnotwendigkeiten. Es sind insbesondere die Themengebiete cyber-physikalische Systeme (etwa 70 Prozent

39 Auf städtische Regionen (mindestens 300 Einwohner_innen pro Quadratkilometer) entfallen zwei Drittel aller Anwendungsbeispiele.

40 Angelehnt an die Definition von ländlichen Räumen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (vgl. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung o. J.).

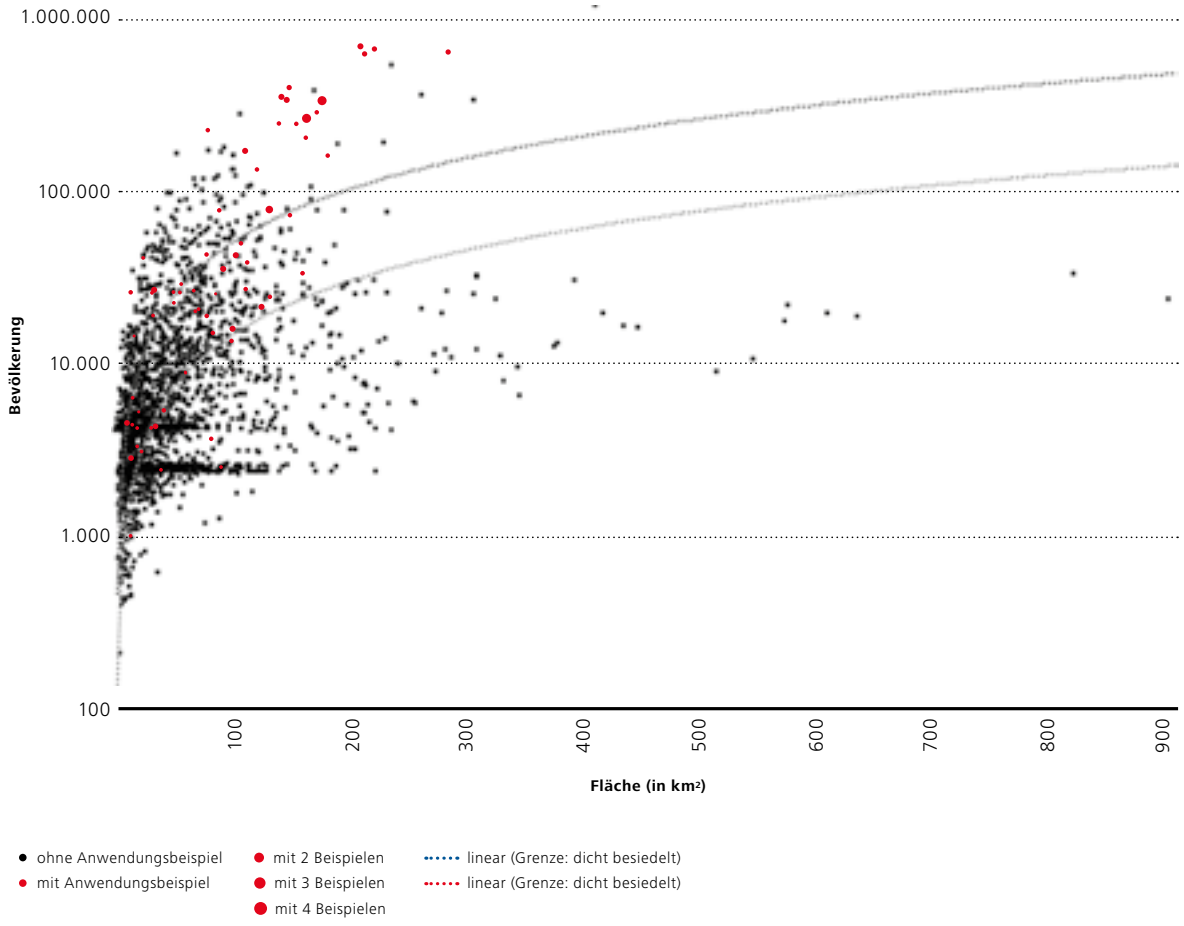
41 Im Vergleich zu Westdeutschland sind die ländlichen ostdeutschen Räume vor allem durch den starken Bevölkerungsrückgang und dem damit verbundenem Sinken des Arbeitsvolumens betroffen (vgl. Küpper/Peters 2019: 113).

Abbildung 15
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 und technischer Hochschulen



Quelle: Plattform Industrie 4.0 o. J.a, Statistisches Bundesamt (2019b), eigene Datenerhebung; eigene Darstellung.

Abbildung 16
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in der produzierenden Industrie – Bevölkerungsdichte nach Postleitzahlenbereichen



Anmerkung: Insgesamt 2.295 Postleizahlenbereiche.
Quelle: Plattform Industrie 4.0 o. J.a, Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2019; eigene Darstellung.

sehen dieses Feld bis 2025 als von Bedeutung für Erstaus- und Weiterbildung), additive Verfahren/3-D-Druck (etwa 70 Prozent), Robotik (etwa 60 Prozent) sowie Wearables (etwa 77 Prozent), die zukünftig wichtiger werden (vgl. Pfeiffer et al. 2016: 123ff.). Für Deutschland wird dabei neben dem dualen Studium und der überbetrieblichen Weiterbildung insbesondere die „Erfahrungen des dualen Berufsbildungssystems in der sozialpartnerschaftlichen Gestaltung" hervorgehoben, die „gute Beispiele für kontinuierliche Verbesserung" geben (Pfeiffer et al. 2016: 128). Diese „innovativen Potenziale des dualen Systems der beruflichen Bildung" sollten als ein zentraler Baustein der unterschiedlichen Lernwege und -orte für die notwendige Qualifizierung im Rahmen der Entwicklung hin zur Industrie 4.0 besser genutzt werden (Pfeiffer et al. 2016: 127). Gleichzeitig spielt „learning on the job" eine zentrale Rolle, um den betriebsspezifischen Anforderungen an die Digitalisierung gerecht zu werden. Nicht von ungefähr wird die Qualifizierung von Mitarbeiter_innen auch von KMU am häufigsten (60 Prozent) als die Herausforderung für mittelständische Unternehmen im Rahmen von Industrie 4.0 genannt (vgl. Becker et al. 2019: 104). Der Blick auf die Substituierbarkeitspotenziale zeigt zugleich aber auch, dass Qualifizierung auch eines der zentralen Themen ist, das der Gestaltung bedarf, damit technologische und soziale Innovationen als zwei Seiten einer Medaille nachhaltig miteinander verknüpft werden können.

Resümierend aus dem Vergleich der Länderaktivitäten auf Basis der vier Digitalisierungsstrategiedokumente sind zunächst quantitativ deutliche Unterschiede in Bezug auf einen Industrie-4.0-Diskurs erkennbar. Hessen und Nordrhein-Westfalen nutzen den 4.0-Terminus wirtschaftspolitisch ausschließlich im Zusammenhang mit dem Industriebegriff (Hessen: 82-mal Industrie, 34-mal Industrie 4.0; Nordrhein-Westfalen: 17-mal Industrie und neunmal Industrie 4.0). Sie folgen damit zumindest kommunikativ einem klaren Profil, das auf eine Priorisierung der produzierenden Industrie hinweist und diese zu einem Schlüsselthema entwickeln möchte. Bei Baden-Württemberg und Brandenburg ist diese Exklusivität nicht zu beobachten (Baden-Württemberg: 22-mal Industrie; 17-mal Industrie 4.0; 23-mal Wirtschaft 4.0; Brandenburg: neunmal Industrie; einmal Industrie 4.0; viermal Wirtschaft 4.0). Rückschlüsse auf eine unterschiedliche Gewichtung der Bedeutung der industriellen Strategie können daraus selbstredend nicht gezogen werden.

In Bezug auf die inhaltliche Ausgestaltung lassen sich jedoch die folgenden übergreifenden Orientierungspunkte identifizieren:

- Regionalisierung: Die Landesregierungen formulieren in ihren Strategien klare nationale und internationale Wettbewerbsziele. Disparitäten scheinen trotz einiger Hinweise in Richtung Fläche oder Regionen allenfalls eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die Strategien suchen nach Leuchttürmen und möchten besonders hervorzuhebende Aspekte präsentieren. Sie versuchen nicht, Schwachstellen im Detail zu betrachten oder über deren Verhältnis zu den Stärken zu reflektieren. Die Wirtschaftsförderansätze der Digitalstrategien zielen daher mit großer Mehrheit auf das Stärken von Stärken ab und lassen einen regional differenzierenden Ansatz vermissen. Es kann aber nicht nur Aufgabe von Sozial- und Arbeitsmarktpolitik sein, regionale Disparitäten zu adressieren. Für die Stärkung gleichwertiger Lebensverhältnisse gibt es an vielen Stellen Aktivitäten – nicht zuletzt mit der Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse" der Bundesregierung auf zentralstaatlicher Ebene –, doch gelingt es offenbar (noch) nicht, diese quer zu bestehenden Prozessen und Strukturen in den Ländern zu integrieren.
- Entwicklung und Aufbau belastbarer Infrastrukturen für digitale Innovationsprozesse: Durch verbesserte und erweiterte Infrastrukturen, beispielsweise in Gestalt wirksamer Netzwerke, sollen auch in der Fläche Anlaufpunkte für Unternehmen (und Wissenschaft) verstärkt oder neu geschaffen werden. Vor allem die Aktivitäten von Brandenburg zeigen, dass der Rückstand nicht nur in finanziellen Mitteln gemessen werden kann, sondern auch Infrastrukturen und Netzwerken und deren Leistungskraft eine dynamische Rolle beizumessen ist. Brandenburg verfolgt den beschriebenen Ansatz, kann dabei aber nur bedingt Disparitäten reduzieren, weil starke Länder auf ihrem Ist-Zustand aufbauen und zugleich weitere Zukunftsinvestitionen tätigen können. Auffallend ist, dass die vermeintlich (finanz-)starken Länder Baden-Württemberg und Hessen ihre Motive und Zielparameter deutlich konkreter auch mit bestehenden oder zu initiierenden industriebezogenen Infrastrukturen/Netzwerken und Programmen unterfüttern als NRW und vor allem Brandenburg. Die im Osten unterentwickelten (sozial-partnerschaftlichen) Netzwerke könnten für diesen Umstand eine beträchtliche Rolle spielen.
- Wissensmanagement: Wenig überraschend bilden KMU das Hauptziel der Strategien. Hier scheint nicht nur die Unterstützung und Beratung der mittelständischen Unternehmen bei ihrer Adaption von Industrie-4.0-Formaten angeraten zu sein, sondern etwa auch eine bessere und breitere (Daten-)Basis hinsichtlich der (Produktivitäts-) Wirkungen, Investitionsbedarfe bzw. genereller Kosten-Nutzen-Rechnungen von Industrie 4.0.

9

RESÜMEE

Traditionell gibt es in Deutschland regionale Disparitäten, die durch längerfristige, pfadabhängige wirtschaftliche Entwicklungen geprägt sind. In diesem Beitrag wurde der Frage nachgegangen, inwieweit diese pfadabhängigen Disparitäten durch die Digitalisierung, insbesondere Industrie 4.0, vertieft oder relativiert werden. Ein zentraler Befund dieser Studie besteht darin, dass die Bundesländer mit ihren Aktivitäten im Bereich der digitalen Transformation eigene Handlungsspielräume suchen, um die Digitalisierungsfähigkeit der „heimischen" Wirtschaft zu befördern und damit die besonderen Bedarfe der KMU zu adressieren. Wenngleich diese Aktivitäten in „Digitalstrategien" beworben werden, kann mitnichten von einer strategischen Durchdringung der Herausforderung und entsprechend strukturierten Antworten im Sinne von Strategien gesprochen werden. Dennoch zeigen die Publikationen und Aktivitäten der Bundesländer die vorhandene Sensibilität für die anstehenden Gestaltungsaufgaben und Notwendigkeiten. Angemessene Antworten zu entwickeln erscheint umso dringender, als dass bislang die Digitalisierung von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen kaum einen Beitrag zum Abbau von Ungleichheiten zu leisten scheint. Vielmehr lässt sich ein Ausbau von Industrie 4.0 vor allem in Zentren der Stärke der deutschen Industrie nachzeichnen. Ein Faktor stellt dabei die nach wie vor geringe Digitalisierungsaffinität von KMU dar. Auch der auf dem Digitalgipfel 2020 der Bundesregierung vorgestellte neue Digitalisierungsindex des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) konstatiert nach wie vor einen großen Nachholbedarf bei der Digitalisierung von KMU – dabei schnitt ein Teil des produzierenden Gewerbes am schlechtesten ab.[42] Gerade in Bezug auf diese KMU, wie auch mit Blick auf die Bereitstellung digitaler Infrastruktur in ländlichen Räumen, sind verstärkte Anstrengungen notwendig, um die Potenziale der Digitalisierung für einen Abbau von regionalen Disparitäten auch tatsächlich zu nutzen.

Mit Blick auf die Regionen im Westen und im Osten Deutschlands gibt es keine spezifische ostdeutsche Logik. Vielmehr deckt sich das unterschiedliche Produktionsprofil mit der ungleichen Verteilung und den Standorten von Anwendungsbeispielen von Industrie 4.0 in den Regionen und Kreisen. Das Produktionsprofil im Osten basiert im Kern auf einer Produktion mit Einfacharbeit. Zwar gibt es ostdeutsche innovative, forschungsintensive Großunternehmen, sie stellen allerdings weiterhin die Ausnahme dar. Im Westen dagegen befinden sich neben der Produktion deutlich mehr Abteilungen für Forschung und Entwicklung. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass sich in NRW, Hessen und Baden-Württemberg viele Anwendungsbeispiele in der Umgebung von Hochschulstandorten und in Regionen mit hohen Ausgaben für Forschung und Entwicklung befinden. Das dies tatsächlich kein spezifisches Ost-West-Phänomen darstellt, zeigt der Digitalisierungsindex 2020 ebenfalls. Forschung und Innovation ist der Bereich, in dem sowohl geringverdichtete als auch verdichtete ländliche Räume mit etwa 30 bzw. 40 Punkten am stärksten hinter den hochverdichteten ländlichen Räumen (110), Kernstädten (110) sowie Agglomerationen (140) zurückstehen (BMWi 2020a: 12).

Als zweiter Faktor lässt sich feststellen, dass sich Industrie 4.0 als Gesamtkonzept nach wie vor vielfach weiterhin im Stadium von Testzentren und Pilotprojekten bewegt. Der Großteil der Digitalisierung der Industrie dagegen schreitet pfadabhängig etablierter Modernisierungsmustern folgend inkrementell voran. Den „vorherrschend inkrementellen Digitalisierungsschritten entspricht ein strukturkonservativer Wandel von Arbeit, das heißt, die vorherrschenden Organisations- und Arbeitsstrukturen bleiben weitgehend erhalten" (Hirsch-Kreinsen 2018: 249). Dabei kommt es folglich kaum zu Verschiebungen zwischen den bestehenden industriellen Zentren und der industrieschwachen Peripherie. Gleichwohl ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich mit dem Voranschreiten der Digitalisierung auch im produzierenden Gewerbe die Innovationsprozesse weiter beschleunigen, womit ein Aufbrechen der pfadabhängigen inkrementellen Modernisierung wahrscheinlicher wird.

Allerdings darf man dabei nicht aus den Augen verlieren, dass der wirtschaftliche Strukturwandel und die Digitalisierung der Industrie zwar mit der Frage nach regionalen Disparitäten

---

42 Bei dem auf 100 gewichteten Durchschnitt aller Branchen steht das produzierende und verarbeitende Gewerbe jenseits von Grundstoffe, Chemie, Pharma (99,4), Fahrzeugbau (193) sowie Elektrotechnik/Maschinenbau (144,3) bei 55,6 respektive 66,7 (BMWi 2020a: 4).

in Zusammenhang stehen, die ungleichen Lebensverhältnisse und die Polarisierung zwischen Städten und ländlichen Räumen sowie zwischen Ost- und Westdeutschland aber viele Ursachen haben. „Zentrale Treiber räumlicher Disparitäten sind der technologische Wandel, die Globalisierung, der Klimawandel, die Präferenzen für Stadt und Land und gesamtstaatliche Wirtschaftspolitiken" (Pflüger 2019: 15). Insofern ist bereits viel getan, wenn die Industriepolitik dazu beiträgt, bestehende Ungleichheiten nicht weiter zu verschärfen, sie ist aber kaum ein probates Mittel, um allein diese Disparitäten abzubauen.

10

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR STÄRKUNG DER (INDUSTRIELLEN) STRUKTUREN IN DER FLÄCHE

Die vorliegende Studie hat einen ersten systematischen Blick auf die Wechselwirkung zwischen der Digitalisierung der Industrie und regionalen Disparitäten sowie deren Berücksichtigung in Aktivitäten vier ausgewählter Bundesländer geworfen. Darüber hinaus ist jedoch dringend weitere Forschungsarbeit zu leisten, um die abgeleiteten Empfehlungen zu erhärten. Die Befunde dieser Studie weisen darauf hin, dass sich mit der Digitalisierung die Gefahr einer weiteren Verschärfung regionaler Disparitäten in Deutschland ergeben kann. Zugleich birgt die Digitalisierung der Industrie aber auch Chancen für eine nachholende Entwicklung ländlicher Räume. Insbesondere KMU und Start-ups können dabei zu Wachstumstreibern schwächerer Regionen werden. Allerdings müssen die dafür nötigen Voraussetzungen geschaffen werden. Ausgehend von den Erkenntnissen dieser Studie schlagen wir die folgenden zehn Handlungsempfehlungen als erste Orientierungspunkte auf dem Weg zur Entwicklung einer konsolidierten Strategie vor, die Struktur-, Regional-, Wirtschafts- und Industriepolitik zusammendenkt:

1. **Die Zentren brauchen die Peripherie:** In den Peripherien sind teilweise elementare Bestandteile der wertschöpfenden verarbeitenden Industrie angesiedelt. Werden diese Teile der Wertschöpfungsketten vernachlässigt, gefährdet dies gleichzeitig die Zentren. Wie in einem System kommunizierender Röhren sind Peripherien und Zentren verbunden und bedingen einander. Wer einen Teil schwächt, setzt damit langfristig auch den anderen Teil aufs Spiel. Das hat sich auch gerade zu Beginn der Corona-Pandemie gezeigt, als im Frühjahr reihenweise globale Lieferketten kollabierten. Wer es klug angeht, sieht Peripherien also als wichtigen Teil des Ganzen, als Resilienzstruktur gegen unerwartete externe Einflüsse. Deutschland ist mit seiner föderalen Struktur und seinen vielen regionalen Zentren für einen Wettbewerb der besten Resilienzstrategien prädestiniert. Dies heißt aber auch: Die Politik muss es erstens als Aufgabe verstehen, in diesem Bereich zu gestalten. Zweitens müssen die Peripherien gesellschaftlich, politisch und ökonomisch als ein zentraler Teil des Ganzen wahrgenommen werden.
2. **Stärken stärken, ohne die Schwächen zu vergessen:** Dort, wo erfolgreiche Produktions- und Dienstleistungsunternehmen agieren, muss dies gefördert und unterstützt werden. Eine Strategie jedoch, die ausschließlich darauf setzt, bestehende Stärken weiter auszubauen, also primär auf Agglomeration zielt, trägt zur weiteren Spaltung zwischen Ballungsräumen und ländlichen Regionen bei. Leuchttürme müssen gerade auch in den Regionen entstehen, die bisher nicht zu den wirtschaftlichen Zentren zählen, um von dort aus nicht nur den ländlichen Raum nachhaltig zu stärken. Denn nicht zuletzt „versorgen und unterstützen sie, entsprechende Infrastrukturen vorausgesetzt, die urbanen Zentren durch laufenden Austausch und koppeln sie so zu beiderseitigem Nutzen an die Gesellschaft zurück" (Streeck 2019: 27). Wer also Stärken stärken will, muss zeigen, wie schwächere Regionen davon profitieren und diese mitgezogen werden können.
3. **KMU als Schlüssel für nachhaltige Strategien:** Die Hidden Champions sind „sowohl hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Kerntätigkeiten wie auch hinsichtlich ihres freiwilligen örtlichen Engagements wichtige Akteure der Stadtgesellschaft und tragen auf vielfältige Weise zur Stabilisierung und Entwicklung von Kleinstädten bei – gerade solchen in peripheren und sehr peripheren Lagen" (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2019: 55). Sie sind damit der zentrale Ausgangspunkt zur Schaffung von Leuchttürmen, die auch in die angrenzenden Räume ausstrahlen. Um ihren Status in diesen transformativen Zeiten zu behalten bzw. auszubauen, ist eine strukturelle Unterstützung wichtig. KMU fehlt es häufig nicht nur an finanziellen und personellen Ressourcen, sondern auch an Wissensbeständen und ergänzender Infrastruktur. Dazu zählen Forschung und Entwicklung, teilweise auch langfristigere Verwaltungsaufgaben oder Personalmanagement. KMU können das nicht alles selbst vorhalten, sondern benötigen Vernetzungsansätze, um zusammen mit anderen Unternehmen, die ähnlichen Herausforderungen gegenüberstehen, im Verbund Synergieeffekte nutzen zu können. Die diesbezüglichen Bundesprogramme zur Innovationsförderung des Mittelstands sind mit ca. 1,2 Milliarden Euro jährlich ausgestattet und übertreffen damit die Summe aller Länderprogramme (BMBF 2018b: 61). Sie haben sich als zielführend und effizient erwiesen.

Höhere Förderquoten für strukturschwache Regionen wären deshalb zu prüfen. Teil der Lösung könnten Dienstleistungsangebote sein, die vor Ort Lücken schließen, um KMU in der Digitalisierung und Vernetzung zu unterstützen. Die inzwischen mit Bundesmitteln recht gut ausgebauten Kompetenzzentren sollten noch stärker genutzt werden. Insbesondere müssen sie eine vernetzende Rolle zwischen Mittelstand und Start-ups einnehmen, um zur Netzwerk- und Clusterbildung beizutragen. Digitale Start-ups mit innovativen Ideen und erfahrene KMU mit regionaler Verankerung und Kontakten können so wechselseitig voneinander profitieren.

4. **Kooperative Rahmenbedingungen schaffen:** Die Notwendigkeit eines verbesserten flächendeckenden Zugangs zu öffentlichen Gütern, insbesondere der Breitbandinfrastruktur als Grundpfeiler für digitale Vernetzung und Dienste, gehört zu den Binsenweisheiten. Zu den zentralen Rahmenbedingungen gehört aber auch der Aufbau lokaler, kontinuierlicher Akteursnetzwerke als Basis für eine kooperative Strategie. Bund und Länder sind gleichsam gefordert: „Die Kombination aus geringer Wirtschaftskraft, hoher Arbeitslosigkeit, hoher Belastung durch Sozialtransfers, hoher Verschuldung, geringer Investitionskraft und Abwanderung ist ein Teufelskreis, aus dem diese Kommunen alleine nicht mehr herausfinden" (Fink et al. 2019: 15). Nicht nur die Entschuldung und damit einhergehend die Revitalisierung kommunaler Handlungsspielräume sind hier zu nennen: Die Stadt- und Regionalplanung geht davon aus, dass sich die komplexen Problemlagen in den Kommunen nur durch eine übergreifende Kooperation zwischen Staat, Unternehmen und Zivilgesellschaft nachhaltig und langfristig lösen lassen – wenngleich den möglichen Synergieeffekten durchaus auch Risiken gegenüberstehen, insbesondere bei gegenläufigen Interessenlagen. In Bezug auf die Digitalisierung der Industrie zum Nutzen von peripheren Regionen sind daher neben Staat und Unternehmen insbesondere auch die überbetrieblich agierenden Sozialpartner gefordert, um eine ganzheitliche und integrative Strategie auf Basis einer geteilten Vision (Ziel, Leitbild) zu entwickeln. Ansätze dafür finden sich etwa in der „Betriebslandkarte Arbeit und Industrie 4.0", die die Folgen der technischen Transformationsprozesse für Beschäftigte und ihre Arbeit auf Betriebsebene erfahrbar machen und die im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts „Arbeit 2020 in NRW" der Gewerkschaften IG Metall NRW, IG BCE Nordrhein, NGG NRW entstanden ist.
5. **Wissensinfrastruktur stärken:** Ganz offensichtlich sind es Regionen mit technischen Hochschulen, die als Standorte mit Anwendungsbeispielen von Industrie 4.0 hervorstechen und nicht alleine zwingend Regionen mit starker Industriepräsenz. Unabhängig vom Teststatus vieler Anwendungsbeispiele ist auch bei einer Überführung in den Regelbetrieb von einem veränderten Anforderungsniveau an die Beschäftigten auszugehen. Daher ist eine bessere Verknüpfung und Vernetzung von städtisch-hochschulorientierten und ländlichen Räumen notwendig: Kernregionen der Industriearbeit in den ländlichen Räumen brauchen einen besseren Anschluss an die Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstitute und ihre Absolvent_innen. Dies ist dringend geboten, um die Lücke nicht noch weiter auseinanderklaffen zu lassen und die Wissensdiffusion zwischen unterschiedlich „starken" Regionen zu verbessern. Investitionen in Wissensinfrastrukturen wie Hochschulen ziehen Fachkräfte von morgen in die Region, sie bilden sie selber aus und halten gleichzeitig potenzielle Fachkräfte. Damit bedienen sie die Nachfrage der Industrie nach qualitativ hochwertig ausgebildeten Beschäftigten und können so auch weitere industrielle Ansiedlung befördern. Sie sorgen außerdem durch die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft für einen effizienten und effektiven Wissenstransfer in die Praxis.
6. **Digitalpakt Weiterbildung Industrie:** Betriebliche und überbetriebliche Strukturen der (Weiter-)Bildung benötigen ähnliche Impulse, wie es der Digitalpakt Schule für den Bildungsbereich ermöglicht. Durch einen Digitalpakt Weiterbildung-Industrie könnte das lokale Angebot bzw. das Fehlen eines solchen durch überregionale Kooperationen, E-Learning-Formate (insbesondere nach Corona) und vielfältige Modernisierungsmaßnahmen weiterentwickelt werden. Gerade in der Pandemie ist klar geworden, wie wichtig digitale Infrastruktur zum Lernen auf Distanz, digitalspezifische Lernmodule, aber auch ein offenes Mindset bei allen Beteiligten, inklusive der Weiterbildungsinstitutionen sind. Das im Dezember 2020 um sieben weitere regionale Zukunftszentren erweiterte BMAS-Programm kann hier als ein Leuchtturm weitere Prozesse anstoßen. Darüber hinaus sind aber auch die Unternehmen selber gefordert. Digitalisierung kann nicht verordnet werden, sondern es braucht eine entsprechende Unternehmenskultur, in der sich die dafür notwendigen Kompetenzen und eine Akzeptanz für Veränderungen entwickeln kann. Hierbei sollten KMU „durch dezentrale Bildungspolitiken, Fachkräfteinitiativen und Innovationsförderung in ihrer Bestandsentwicklung unterstützt werden" (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2019: 57). Schließlich kommt den Sozialpartnern eine wichtige Rolle zu, weil sie als überbetrieblich agierende Akteure flächendeckende Initiativen anstoßen und begleiten können. Sie können den Unternehmen unterstützend zur Seite stehen, ihre Wissensbestände teilen und durch transformationsorientierte Tarifverträge institutionelle Strukturen modernisieren (z.B. Qualifizierungsrechte und -wege, Arbeitszeiten, -formen und -orte). Dazu können auch Aktivitäten im Bereich der Berufsorientierung zählen, die eine wichtige Lotsenfunktion einnehmen, um perspektivische Fachkräfteengpässe zu vermeiden.
7. **Kein „One size fits all"-Ansatz:** Das regionalspezifische Umfeld kann förderlich oder bremsend wirken und so politische Handlungsbedarfe hervorrufen. Während KMU sich in manchen Regionen zu Innovationsclustern zusammenschließen und von Forschungs- und Entwicklungspotenzialen in der Unternehmens- und Hochschullandschaft profitieren können, mangelt es anderswo an diesen Strukturen entlang der Wertschöpfungskette, aber auch an Wissensinfrastrukturen allgemein. Letzteres führt dann zu Folgeproblemen hinsichtlich der Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter_innen, Mangel an potenziellen Fachkräften mit entsprechendem Kompetenzprofil und riskiert mittel- und langfristig eine fortgesetzte

regionale Polarisierung in Deutschland, die bereits im Diskurs um regionale Fachkräfteengpässe eine Rolle spielten. Ein passender Ansatz muss daher an den regionalen Gegebenheiten ansetzen, auf ein realistisches Ziel hin ausgerichtet sein und den stattfindenden Strukturwandel mitberücksichtigen. Denn es darf nicht um die Konservierung veralteter Strukturen gehen.

8. **Attraktivität ländlicher Räume steigern – Wirtschaftsförderung und Arbeitsmarktpolitik zusammendenken:** Die Notwendigkeit einer attraktiven Gestaltung stellt sich sowohl mit Blick auf die Ansiedlung von Unternehmen, Betrieben und Start-ups als auch bezogen auf aktuelle und zukünftige Beschäftigte. Dies geht weit über den Ausbau der notwendigen Infrastruktur, insbesondere der Breitbandversorgung als technischer Voraussetzung einer vernetzten Industrie, hinaus. Die Folgen der digitalen Transformation können gerade im Bereich der in den ländlichen Räumen verorteten industriellen Einfacharbeit als besonders schwerwiegend prognostiziert werden. Daher ist eine Strategie nötig, die auf eine Aufwertung der Arbeit durch Digitalisierung und eine abgesicherte Weiterqualifikation setzt.[43] Sie sollte vorbeugend angelegt sein, spezifische unternehmensseitige Kompetenzbedarfe kennen und diese mit dem regionalen Fachkräftepotenzial abwägen. Insofern sind Industrie-, Wirtschafts-, Arbeitsmarkt- und Bildungspolitik entsprechend zu verzahnen, um die Fachkräfte und die passenden Jobs regional matchen und regional besonders im IKT-Bereich auftretenden Fachkräfteengpässen entgegenwirken zu können.
9. **Attraktivität ländlicher Räume steigern – hybride Arbeitsformen als Push für dezentrale Entwicklung nutzen:** Digitalisierung ermöglicht ortsungebundenes Arbeiten.[44] Damit bieten sich neue Rekrutierungs- und Wachstumschancen, die durch attraktive Lebensbedingungen gefördert werden. Hierbei können ländliche Regionen auf Vorteile wie geringere Lebenshaltungskosten und Naturnähe setzen. Kombiniert mit einer klugen, innovativen Infrastruktur- und Regional(entwicklungs)-politik, die bestehende Schwächen aufarbeitet und gleichzeitig aktuelle Debatten aufgreift, können diese Chancen genutzt werden. So ist etwa die derzeitige Debatte um Homeoffice kein theoretischer Diskus über eine Arbeitsform der Zukunft (oder nur eine temporäre Erscheinung), sondern durch Formen hybriderer Gestaltung der Arbeit (zwei bis drei Tage im Betrieb, zwei bis drei Tage mobil) eine ganz reale kurz- und mittelfristige Perspektive. Die sogenannten Coworking-Spaces, also weder im Betrieb noch alleine zu Hause arbeiten, könnten dabei etwa für regionale Mittelzentren eine wichtige Rolle spielen. Das Pendeln in die Großstadt entfällt, dafür hat man weiterhin den Kontakt zu Kolleg_innen oder Beschäftigten anderer Firmen (und Selbstständigen).
10. **Koordinative und evidenzbasierte politische Strategie:** Der sinnvolle Einsatz von öffentlichen Mitteln basiert auf Evaluation und kritischer Vorabprüfung, um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen. Dafür ist eine solide, grundlegende Datenbasis genauso notwendig, wie eine kritische Begleitung der durchgeführten Projekte und ihrer Wirkungen. Damit es nicht bei einem bunten Flickenteppich von Einzelprojekten bleibt, muss zum einen immer auch die Frage nach der Verstetigung und flächendeckenden Ausrollung von Best-Practice-Beispielen gestellt werden. Zum anderen müssen die Strategien auf den unterschiedlichen föderalen Ebenen und über Ressortgrenzen hinweg konsolidiert und abgestimmt werden sowie sich an den regionalen und lokalen Bedingungen und Bedarfen orientieren „Der politische Leitsatz ‚Ungleiches ungleich behandeln' muss zur durchgehenden Maxime staatlicher Ausgabenpolitik werden" (Fink et al. 2019: 15). Die existierenden Indizes zur Digitalisierung liefern dabei Hinweise darauf, wo genau hingeschaut werden muss. Sie sind aber viel zu stark verdichtet, als dass sie die Basis für die Ausgestaltung einer wirksamen Strategie sein könnten.

---

43 Ob Upgrading oder Eliminierung mittlerer Kompetenzprofile – hochqualifizierte Tätigkeitsprofile und deren Aus- bzw. Weiterbildung werden immer wichtiger.

44 Die Automatisierung sowie plattformbasierte Modelle führen zu einer weiteren Entgrenzung des Arbeitsorts und damit zu einer Flexibilisierung des Recruitings von Unternehmen, weil gerade qualifizierte Fachkräfte von überall aus arbeiten können.

Abkürzungsverzeichnis

AR	Augmented Reality
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BW	Baden-Württemberg
CPS	Cyber-physikalisches System
EFRE	Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung
F&E	Forschung und Entwicklung
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IoT	Internet der Dinge
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
NRW	Nordrhein-Westfalen
ROG	Raumordnungsgesetz
VhU	Vereinigung der hessischen Unternehmerverbände
VR	Virtual Reality

Abbildungsverzeichnis

8 Abbildung 1
Beitrag zur Wertschöpfung (Industrie inkl. Energie)

16 Abbildung 2
Nutzung neuer Technologien (Anteil der Unternehmen, für die diese eine Rolle spielen) und Stadium der Digitalisierung (Anteil der Betriebe, in denen die Digitalisierung in Teilbereichen oder weitgehend umgesetzt wurde)

18 Abbildung 3
Zentrale Wirtschaftsindikatoren im Vergleich

19 Abbildung 4a
Beschäftigte im produzierenden Gewerbe (ohne Baubranche) 2016 und Bevölkerungsdichte 2018 – Landkreise

20 Abbildung 4b
Beschäftigte im produzierenden Gewerbe (ohne Baubranche) 2016 und Bevölkerungsdichte 2018 – Landkreise

21 Abbildung 5
Bevölkerungsdichte der Landkreise und kreisfreien Städte 2018

22 Abbildung 6
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in BW

24 Abbildung 7
Forschung und Entwicklung 2017 und Patentanmeldungen 2012

25 Abbildung 8
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) in BW

26 Abbildung 9
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in Hessen

26 Abbildung 10
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) im IG-Metall-Bezirk Mitte

28 Abbildung 11
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in NRW

29 Abbildung 12
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) in NRW

31 Abbildung 13
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in Brandenburg

32 Abbildung 14
Nutzung neuer Technologien und Stadium der Digitalisierung (im Vergleich zum gesamtdeutschen Durchschnitt) im IG-Metall-Bezirk Brandenburg-Sachsen

35 Abbildung 15
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 und technischer Hochschulen

36 Abbildung 16
Räumliche Verortung der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0 in der produzierenden Industrie – Bevölkerungsdichte nach Postleitzahlenbereichen

Tabellenverzeichnis

7 Tabelle 1
Aktuelle Digitalstrategien der untersuchten Länder

21 Tabelle 2
Anwendungsbeispiele Industrie 4.0: Bundesländer nach Unternehmensgrößenklasse

23 Tabelle 3
Vergleich F&E in Baden-Württemberg

25 Tabelle 4
Vergleich F&E in Hessen

28 Tabelle 5
Vergleich F&E in Nordrhein-Westfalen

30 Tabelle 6
Vergleich F&E in Brandenburg

Literaturverzeichnis

Andersen, Uwe; Woyke, Wichard 2013: Land Nordrhein-Westfalen, in: Andersen, Uwe; Woyke, Wichard (Hrsg.): Handwörterbuch des politischen Systems der Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden, S. 398–405.

Becker, Wolfgang; Ulrich, Patrick; Botzkowski, Tim 2019: Industrie 4.0 im Mittelstand: Handlungspotenziale und Umsetzung, in: Obermaier, Robert (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden, S. 3–46.

Belitz, Heike; Gornig, Martin; Schiersch, Alexander 2019: Produktivitätsentwicklung in Deutschland: Regionale und sektorale Heterogenität, Gütersloh.

Bell, Daniel 1973: The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting, New York.

Berger, Sarah; Kempermann, Hanno; Koppel, Oliver; Orth, Anja Katrin; Röben, Enno 2017: Innovationsatlas 2017: Die Innovationskraft deutscher Wirtschaftsräume im Vergleich, iW-Analysen 117, Köln.

Bersch, Johannes; Wagner, Simona; Berger, Marius 2016: Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2016, Berlin.

Bertenrath, Roman; Fritsch, Manuel; Lichtblau, Karl; Schleiermacher, Thomas 2017: Digitale Wirtschaft Nordrhein-Westfalen, Köln.

Bertschek, Irene 2015: Industrie 4.0: Digitale Wirtschaft: Herausforderung und Chance für Unternehmen und Arbeitswelt, in: ifo Schnelldienst 68 (10), S. 3–5.

Best, Volker 2016: Hessen im deutschen Föderalismus und in der EU, in: Schroeder, Wolfgang; Neumann, Arijana (Hrsg.): Politik und Regieren in Hessen, Wiesbaden, S. 157–177, DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-93321-4_8.

Bitkom; Fraunhofer IAO 2014: Industrie 4.0: Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin, http://elibrary.vahlen.de/index.php?doi=10.15358/0935-0381-2015-8-9-515 (16.12.2019).

BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales) 2017: Weißbuch Arbeiten 4.0, Berlin.

BMAS 2019: Der Dialogprozess Arbeiten 4.0, https://www.bmas.de/DE/Themen/Arbeitsmarkt/Arbeiten-vier-null/arbeiten-4-0.html (26.11.2020).

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) 2014: Die neue Hightech-Strategie: Innovationen für Deutschland, Berlin, https://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschure_Web.pdf (24.12.2018).

BMBF 2018a: Forschung und Innovation für die Menschen: Die Hightech-Strategie 2025, Berlin, https://www.bmbf.de/pub/Forschung_und_Innovation_fuer_die_Menschen.pdf (24.12.2018).

BMBF 2018b: Daten und Fakten zum deutschen Forschungs- und Innovationssystem, Datenband Bundesbericht Forschung und Innovation 2018, Berlin, https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Bufi_2018_Datenband.pdf (5.2.2021).

BMBF 2019: Chancen. Regionen: Das BMBF-Konzept für strukturschwache Regionen, Berlin, https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Konzept_Chancen_Regionen.pdf (30.1.2021).

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) 2016: Digitale Strategie 2025, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (24.12.2018).

BMWi 2019a: Nationale Industriestrategie 2030, Berlin, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/nationale-industriestrategie-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=10 (18.2.2019).

BMWi 2019b: Jahresbericht der Bundesregierung zum Stand der Deutschen Einheit 2019, Berlin.

BMWi 2019c: Leitbild 2030 für Industrie 4.0: Digitale Ökosysteme global gestalten, Berlin.

BMWi 2020a: Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland: Digitalisierungsindex 2020, Köln.

BMWi 2020b: Gemeinsam die Industrie stärken, Bündnis „Zukunft der Industrie“, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/buendnis-zukunft-industrie.html (26.11.2020).

BMWi 2020c: Struktur und Organisation der Plattform Industrie 4.0, Plattform Industrie 4.0, https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Plattform/Struktur-Organisation/struktur-organisation.html (26.11.2020).

BMWi; BMI; BMVI 2014: Digitale Agenda 2014–2017, Berlin, https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Publikation/digitale-agenda.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (24.12.2018).

Brandenburgische Landesregierung 2018: Zukunftsstrategie Digitales Brandenburg, Potsdam.

Buhr, Daniel; Dietzel, Nikolas; Gold, Stewart; Kohler, Harald 2018: Digitalisierung politisch gestalten: Mehr. Besser. Anders: Für eine soziale Innovationspolitik, WISO-Diskurs 9 (2018), Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2019: Hidden Champions und Stadtentwicklung: Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung innovativer Unternehmen für Kleinstädte in peripherer Lage, Bonn.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung o. J.: Laufende Raumbeobachtung – Raumabgrenzungen, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/regionen/Regionstypen/regionstypen.html (22.7.2020).

Bundesregierung 2019: Maßnahmen der Bundesregierung zur Umsetzung der Ergebnisse der Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse“, Berlin.

Capgemini 2017: Industrie 4.0: Eine Einschätzung von Capgemini Consulting: Der Blick über den Hype hinaus, Berlin.

Deckert, Ronald 2019: Digitalisierung und Industrie 4.0: Technologischer Wandel und individuelle Weiterentwicklung, Wiesbaden, DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-23847-6.

Deloitte 2019: Industrie 4.0 im Mittelstand: Auf der Agenda der Top-Entscheider angekommen, o. O.

Dworschak, Bernd; Zaiser, Helmut 2019: Kompetenzen in Digitalisierung und Industrie 4.0, in: Bürkardt, Dagmar; Kohler, Harald; Kreuzkamp, Norbert; Schmid, Josef (Hrsg.): Smart Factory und Digitalisierung: Perspektiven aus vier europäischen Ländern und Regionen = Perspectives from four European Countries and Regions, Baden-Baden, S. 79–88.

Edler, Von Dietmar; Eickelpasch, Alexander 2013: Die Industrie: Ein wichtiger Treiber der Nachfrage nach Dienstleistungen, in: DIW Wochenbericht 34, https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.426139.de/13-34-3.pdf (5.2.2021).

Eurostat 2020: Patent Applications to the European Patent Office (EPO) by Priority Year by NUTS 2 Regions, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tgs00040/default/table?lang=en (17.2.2020).

Fay, Alexander; Gausemeier, Jürgen; Hompel, Michael ten 2018: Einordnung der Beispiele der Industrie 4.0-Landkarte in die Anwendungsszenarien, München.

Fend, Lars; Hofmann, Jürgen (Hrsg.) 2018: Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen, Wiesbaden, DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-21905-5.

Fink, Philipp; Hennicke, Martin; Tiemann, Heinrich 2019: Ungleiches Deutschland: Sozioökonomischer Disparitätenbericht 2019, Für ein besseres Morgen, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.

Forschungsunion; acatech 2013: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf (19.6.2019).

Foundational Economy Collective (Hrsg.) 2019: Die Ökonomie des Alltagslebens: Für eine neue Infrastrukturpolitik, Berlin.

Franzke, Jochen 2019: Land Brandenburg, in: Andersen, Uwe; Bogumil, Jörg; Marschall, Stefan; Woyke, Wichard (Hrsg.): Handwörterbuch des politischen Systems der Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden, S. 1–8, DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-23670-0_72-1.

Frey, Carl Benedikt; Osborne, Michael A. 2013: The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?, Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, Oxford, https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0040162516302244 (3.12.2019).

Hafenrichter, Julia; Hamann, Silke; Thoma, Oliver; Buch, Tanja; Dengler, Katharina 2016: Digitalisierung der Arbeitswelt: Folgen für den Arbeitsmarkt in Baden-Württemberg, IAB-Regional 3 (2016), Nürnberg.

Haipeter, Thomas 2019: Interessenvertretung in der Industrie 4.0: Das gewerkschaftliche Projekt Arbeit 2020, Baden-Baden, DOI: https://dx.doi.org/10.5771/9783845295770.

Haipeter, Thomas 2020: Digitalisation, Unions and Participation: The German Case of „Industry 4.0", in: Industrial Relations Journal 51 (3), S. 242–260, DOI: https://dx.doi.org/10.1111/irj.12291.

Hartmann, Frank; Mietzner, Dana 2015: Industrie 4.0: Affinität von Branchen und Regionen, Wildau, DOI: https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2452.5685.

Hessische Landesregierung 2016: Strategie Digitales Hessen: Intelligent. Vernetzt. Für Alle, Wiesbaden.

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2018: Hessischer Mittelstandsbericht 2018, HA-Report 95, Wiesbaden.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2018: Die Pfadabhängigkeit digitalisierter Industriearbeit, in: Arbeit 27 (3), S. 239–259, DOI: https://dx.doi.org/10.1515/arbeit-2018-0019.

IW Consult o. J.: IW Consult: Digital Index, https://www.iwconsult.de/aktuelles/projekte/digital-index (25.11.2020).

Jakszentis, Anja; Hilpert, Ulrich 2005: Regionale Entwicklungsunterschiede in Ostdeutschland im Vergleich: Differenzierungen in den neuen Bundesländern und Angleichungen an die alten Länder, OBS-Arbeitsheft 42.

Jakszentis, Anja; Hilpert, Ulrich 2007: Wie spezifisch sind die Entwicklungen in Ostdeutschland? Angleichung der industriellen Modernisierungsprozesse in Ost- und Westdeutschland: Am Beispiel von Jena und Göttingen, Rostock und Kiel, Chemnitz und Braunschweig, OBS-Arbeitsheft 52, Frankfurt am Main.

Kagermann, Henning; Lukas, Wolf-Dieter; Wahlster, Wolfgang 2011: Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution – ingenieur.de, https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/produktion/industrie-40-mit-internet-dinge-weg-4-industriellen-revolution/ (7.1.2020).

Keim, Karl-Dieter 2006: Peripherisierung ländlicher Räume, in: Aus Politik und Zeitgeschichte 37 (2006).

Kersten, Jens 2006: Abschied von der Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse – der „wirtschaftliche, soziale und territoriale Zusammenhalt" als neue Leitvorstellung für die Raumplanung, in: Umwelt und Planungsrecht 7, S. 245–252.

Kohler, Harald; Gscheidle, Karl-Ulrich 2019: Deutschland/Baden-Würtemberg: Ergebnisse und Interpretation einer Expert_innen-Befragung zu den Veränderungen der Arbeit in den Unternehmen aufgrund von Digitalisierung und Technologisierung, in: Bürkardt, Dagmar; Kohler, Harald; Kreuzkamp, Norbert; Schmid, Josef (Hrsg.): Smart Factory und Digitalisierung: Perspektiven aus vier europäischen Ländern und Regionen = Perspectives from four European Countries and Regions, Baden-Baden, S. 165–175.

Küpper, Patrick; Peters, Jan Cornelius 2019: Entwicklung regionaler Disparitäten hinsichtlich Wirtschaftskraft, sozialer Lage sowie Daseinsvorsorge und Infrastruktur in Deutschland und seinen ländlichen Räumen, Thünen Report 66, Braunschweig, http://d-nb.info/1177156938/ (22.12.2019).

Landesregierung von Nordrhein-Westfalen 2018: Strategie für das digitale Nordrhein-Westfalen: Teilhabe ermöglichen – Chancen eröffnen, Arbeitspapier, Düsseldorf.

Lennings, Frank; Gärtner, Ralf; Harde, Jens; Hasse, Ferdinand; Lacker, Thomas 2015: Auswirkungen und Chancen der Digitalisierung für KMU, in: Schlick, Christopher (Hrsg.): Arbeit in der digitalisierten Welt: Beiträge der Fachtagung des BMBF 2015, Frankfurt am Main, S. 193–206.

Lichtblau, Karl; Schleiermacher, Thomas; Goecke, Henry; Schützdeller, Peter 2018: Digitalisierung der KMU in Deutschland, https://www.iwconsult.de/fileadmin/user_upload/projekte/2018/Digital_Atlas/Digitalisierung_von_KMU.pdf (5.2.20201).

Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg 2018: 1. Digitalisierungsbericht der Landesregierung Baden-Württemberg, Stuttgart.

Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg 2019: 2. Digitalisierungsbericht der Landesregierung Baden-Württemberg, Stuttgart.

Neu, Claudia 2009a: Daseinsvorsorge – eine Einführung, in: Neu, Claudia (Hrsg.): Daseinsvorsorge: Eine gesellschaftswissenschaftliche Annäherung, Wiesbaden, S. 9–19.

Neu, Claudia 2009b: Daseinsvorsorge und territoriale Ungleichheit, in: Neu, Claudia (Hrsg.): Daseinsvorsorge: Eine gesellschaftswissenschaftliche Annäherung, Wiesbaden, S. 80–96.

Obermaier, Robert 2019: Industrie 4.0 und Digitale Transformation als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, in: Obermaier, Robert (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden, S. 3–46.

Oberst, Christian A.; Kempermann, Hanno; Schröder, Christoph 2019: Räumliche Entwicklung in Deutschland, in: Hüther, Michael; Südekum, Jens; Voigtländer, Michael (Hrsg.): Die Zukunft der Regionen in Deutschland: Zwischen Vielfalt und Gleichwertigkeit, Köln, S. 87–114.

OECD 2020: Gross National Income: Value Added by Activity, OECD Data, http://data.oecd.org/natincome/value-added-by-activity.htm (22.7.2020).

Pfeiffer, Sabine; Lee, Horan; Zirnig, Christopher; Suphan, Anne 2016: Industrie 4.0: Qualifizierung 2025, Bildung, Frankfurt am Main.

Pflüger, Michael 2019: Regionale Disparitäten und Regionalpolitik: Treiber der Veränderung, Handlungsbedarf und Handlungsoptionen, IZA Standpunkte 92, Bonn, http://link.springer.com/10.1007/s10273-019-2426-8 (22.12.2019).

Plattform Industrie 4.0 o. J.a: Landkarte Industrie 4.0: Anwendungsbeispiele, Plattform Industrie 4.0, https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html?queryResultId=null&pageNo=0 (24.6.2019).

Plattform Industrie 4.0 o. J.b: Landkarte Industrie 4.0: Testzentren, Plattform Industrie 4.0, https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-testbeds-formular.html?pageNo=0&queryResultId=null (24.6.2019).

Pothmer, Brigitte; Antony, Philipp; Bayer, Mechthild; Brümmer, Ute; Heister, Michael; Kruppe, Thomas; Schroeder, Wolfgang 2019: Weiterbildung 4.0: Solidarische Lösungen für das lebenslange Lernen im digitalen Zeitalter, böll.brief: Teilhabegesellschaft 8, Berlin.

Rehfeld, Dieter 2014: Clusterpolitik im Rahmen des strukturpolitischen Mehrebenensystems: Pfadabhängigkeiten, Rahmenbedingungen und Herausforderungen für die kommunale Wirtschaftsförderung, in: Beck, Rasmus C.; Heinze, Rolf G.; Schmid, Josef (Hrsg.): Zukunft der Wirtschaftsförderung, Baden-Baden, S. 591–612.

Schroeder, Wolfgang 2017: Industrie 4.0 und der rheinische kooperative Kapitalismus, WISO Direkt 03, Bonn.

Schroeder, Wolfgang; Greef, Samuel; Schreiter, Benedikt 2017: Shaping Digitalisation: Industry 4.0 – Work 4.0 – Regulation of the Platform Economy, International Policy Analysis, Friedrich-Ebert-Stiftung, Berlin.

Schroeder, Wolfgang; Neumann, Arijana 2016: Politische Herausforderungen in Hessen, in: Schroeder, Wolfgang; Neumann, Arijana (Hrsg.): Politik und Regieren in Hessen, Wiesbaden, S. 1–7, DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-93321-4_1.

Schwab, Klaus 2016: Die Vierte Industrielle Revolution, München.

Seibert, Holger; Jost, Oskar; Wiethölter, Doris 2019: Mögliche Auswirkungen der Digitalisierung in Berlin und Brandenburg, IAB-Regional 2 (2019), Nürnberg.

Sieglen, Georg 2018: Digitalisierung in Nordrhein-Westfalen: Substituierbarkeitspotenziale der Berufe 2016: Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten, IAB-Regional 1 (2018), Nürnberg.

Sixtus, Frederick; Slupina, Manuel; Sütterlin, Sabine; Amberger, Julia; Klingholz, Reiner 2019: Teilhabeatlas Deutschland: Ungleichwertige Lebensverhältnisse und wie die Menschen sie wahrnehmen, Berlin; Ludwigsburg.

Stadt Tuttlingen 2017: Wirtschaftsstandort, total-lokal, https://www.total-lokal.de/city/tuttlingen/data/78512_36_03_17/index.html (27.2.2021).

Statistische Ämter der Länder 2019: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder: Gesamtwirtschaftliche Ergebnisse im Bundesländervergleich, Ausgabe 2019, Stuttgart.

Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2019: Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen, Statistikportal.de, https://www.statistikportal.de/de/erwerbstaetige-nach-wirtschaftsbereichen (14.2.2020).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2020a: Bruttowertschöpfung (VGR), Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Gemeinsames Statistikportal, http://www.statistikportal.de/de/bruttowertschoepfung-vgr (26.11.2020).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland 2020b: Arbeitnehmer nach Wirtschaftszweigen – Jahresdurchschnitt – regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, regionalstatistik.de, https://www.regionalstatistik.de/genesis//online?operation=table&code=13312-02-03-4&bypass=true&levelindex=1&levelid=1614447769009 (14.2.2020).

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland 2020c: Bruttoinlandsprodukt/Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen – Jahressumme – regionale Ebenen, regionalstatistik.de, https://www.regionalstatistik.de/genesis//online?operation=table&code=82111-01-05-4-B&bypass=true&levelindex=1&levelid=1614447653634 (16.7.2020).

Statistisches Bundesamt 2019a: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung: Arbeitsunterlage Investitionen, 3. Vierteljahr 2019, destatis, https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/investitionen-pdf-5811108.pdf?__blob=publicationFile (15.2.2020).

Statistisches Bundesamt 2019b: Kreisfreie Städte und Landkreise nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2018, destatis, https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/04-kreise.html (22.7.2020).

Statistisches Bundesamt 2019c: Kleine und mittlere Unternehmen: Anteile kleiner und mittlerer Unternehmen an ausgewählten Merkmalen 2017 nach Größenklassen in %, destatis, https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/Tabellen/wirtschaftsabschnitte-insgesamt.html (16.2.2020).

Statistisches Bundesamt 2020a: Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Wirtschaftsbereichen (Inlandskonzept) 1.000 Personen, destatis, https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Tabellen/arbeitnehmer-wirtschaftsbereiche.html (14.2.2020).

Statistisches Bundesamt 2020b: Erwerbstätige im Inland nach Wirtschaftsbereichen, destatis, https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen/vgr010.html (14.2.2020).

Staufen 2019: Industrie 4.0 Index: Deutscher Industrie 4.0 Index 2019, Köngen.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft: Zahlenwerk 2019, Essen.

Streeck, Wolfgang 2019: Der alltägliche Kommunismus: Eine neue Ökonomie für eine neue Linke, in: Blätter für deutsche und internationale Politik (6), S. 93–105.

Techconsult 2018: Brandenburg: Digitalisierungsindex Mittelstand 2018, Digitalisierungsindex, https://www.digitalisierungsindex.de/digitalisierung-bundeslaender/digitalisierung-brandenburg/ (7.1.2020).

Wehling, Hans-Georg 2013: Land Baden-Württemberg, in: Andersen, Uwe; Woyke, Wichard (Hrsg.): Handwörterbuch des politischen Systems der Bundesrepublik Deutschland 7, Wiesbaden, S. 341–347.

Weißler, Marco 2018: Digitalisierung der Arbeitswelt in Hessen: Höheres Substituierbarkeitspotenzial nach Neubewertung bei ähnlicher Struktur, IAB-Regional 5 (2018), Nürnberg.

Wiethölter, Doris; Harten, Uwe; Carstensen, Jeanette 2019: Die Bedeutung des Handwerks in Berlin und Brandenburg, IAB-Regional 3 (2019), Nürnberg.

Wydra-Somaggio, Gabriele 2019: Warum die Digitalisierung manche Bundesländer stärker betrifft als andere, IAB-Forum, https://www.iab-forum.de/warum-die-digitalisierung-manche-bundeslaender-staerker-betrifft-als-andere (22.12.2019).

Impressum:

© 2021
Friedrich-Ebert-Stiftung
Herausgeberin: Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik
Godesberger Allee 149, 53175 Bonn
Fax 0228 883 9205, www.fes.de/wiso

Bestellungen/Kontakt: wiso-news@fes.de

Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung.
Eine gewerbliche Nutzung der von der FES herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung durch die FES nicht gestattet.
Publikationen der Friedrich-Ebert-Stiftung dürfen nicht für Wahlkampfzwecke verwendet werden.

ISBN: 978-3-96250-835-7

Titelmotiv: © Picture Alliance
Gestaltungskonzept: www.stetzer.net
Druck: www.bub-bonn.de

ABTEILUNG WIRTSCHAFTS- UND SOZIALPOLITIK

WEITERE VERÖFFENTLICHUNGEN ZUM THEMA

Regulation of Digital Platforms as Infrastructures for Services of General Interest
WISO DISKURS 09/2021

Regulierung digitaler Plattformen als Infrastrukturen der Daseinsvorsorge
WISO DISKURS 04/2021

Digitale Transformation in der Sozialwirtschaft – Von der Notwendigkeit einer eigenen Innovationskultur
WISO DIREKT 11/2021

Prioritäten setzen, Ressourcen bündeln, Wandel beschleunigen – Neue Ansätze in der Industrie- und Technologiepolitik
WISO DISKURS 02/2021

Digitale B2B-Plattformen – Status quo und Perspektive der Industrie in Deutschland
WISO DISKURS 01/2021

5G für die vernetzte Industrie
WISO DIREKT 21/2020

Digitale öffentliche Infrastruktur – das sozialdemokratische Projekt des 21. Jahrhunderts
WISO DIREKT 04/2020

Digital Public Infrastructure – The Social Democratic Project of the Twenty-first Century
WISO DIREKT 08/2020

Blockchain – Basistechnologie der Industrie 4.0
WISO DIREKT 0/2020

Legal Tech Portale zur Durchsetzung von Verbraucherrechten
WISO DIREKT 01/2020

Die Ambivalenz des Neuen – Sozialer Fortschritt durch Plattformen, Blockchain und KI?
WISO DISKURS 03/2020

Small and Medium Sized Enterprises in the Platform Economy – More Fairness for SMEs in Digital Markets
WISO DISKURS 01/2020

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG

Volltexte dieser Veröffentlichungen finden Sie bei uns im Internet unter

www.fes.de/wiso