

06/2018

Daniel Buhr und Thomas Stehnen

# INDUSTRIE 4.0 UND EUROPÄISCHE INNOVATIONSPOLITIK

Große Pläne, kleine Schritte

## **Die Friedrich-Ebert-Stiftung**

Die Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) wurde 1925 gegründet und ist die traditionsreichste politische Stiftung Deutschlands. Dem Vermächtnis ihres Namensgebers ist sie bis heute verpflichtet und setzt sich für die Grundwerte der Sozialen Demokratie ein: Freiheit, Gerechtigkeit und Solidarität. Ideell ist sie der Sozialdemokratie und den freien Gewerkschaften verbunden.

Die FES fördert die Soziale Demokratie vor allem durch:

- politische Bildungsarbeit zur Stärkung der Zivilgesellschaft;
- Politikberatung;
- internationale Zusammenarbeit mit Auslandsbüros in über 100 Ländern;
- Begabtenförderung;
- das kollektive Gedächtnis der Sozialen Demokratie mit u. a. Archiv und Bibliothek.

## **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. Daniel Buhr** ist Leiter des Steinbeis Transferzentrum Soziale und Technische Innovation und außerplanmäßiger Professor am Institut für Politikwissenschaft der Eberhard Karls Universität Tübingen.

**Dr. Thomas Stehnen** arbeitet als wissenschaftlicher Referent bei acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften im Arbeitsbereich Internationales/EU. Er ist zudem als freier Berater und Hochschuldozent tätig.

Die Autoren möchten sich herzlich bei Dr. Philipp Fink, Dr. André Gärber, dem Arbeitskreis „Nachhaltige Strukturpolitik“ der Friedrich-Ebert-Stiftung sowie den Interviewpartnern in Brüssel für ihre Zeit, die klugen Kommentare und hilfreichen Anregungen bedanken. Die hier dargelegten Überlegungen, Interpretationen und Analysen sind jedoch ihre eigenen und spiegeln daher nicht notwendigerweise die Position des Arbeitgebers wider.

## **Für diese Publikation ist in der FES verantwortlich**

**Dr. Philipp Fink** ist Leiter des Arbeitskreises Nachhaltige Strukturpolitik und des Arbeitsbereichs Klima-, Umwelt-, Energie- und Strukturpolitik in der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung.

Daniel Buhr und Thomas Stehnen

# INDUSTRIE 4.0 UND EUROPÄISCHE INNOVATIONSPOLITIK

Große Pläne, kleine Schritte

3	<b>VORWORT</b>
4	<b>KURZFASSUNG</b>
5	<b>1 EINLEITUNG</b>
6	<b>2 INNOVATIONEN IM ZEITALTER DER DIGITALISIERUNG</b>
6	2.1 Innovationspolitik für die Industrie 4.0
7	2.2 Klassifikation und Wandel der Innovationspolitik
8	<b>3 DIE EUROPÄISCHE EBENE</b>
10	3.1 Europäische Innovationspolitik mit Blick auf die Industrie 4.0
10	3.2 Reindustrialisierung Europas
10	3.3 Digitaler Binnenmarkt
10	3.4 Ziele der europäischen Innovationspolitik
10	3.4.1 Stärkung der Koordination zwischen Kommission, Mitgliedstaaten und Stakeholdern
12	3.4.2 Stärkung der digitalen Innovationskapazität
13	3.4.3 Kompetenzaufbau
13	3.5 Industrie 4.0 im Spannungsfeld europäischer Politik
15	3.6 Zwischenfazit: Wettbewerb, Kohärenz und Kohäsion
16	<b>4 DIE NATIONALE EBENE</b>
16	4.1 Die nationale Ebene – am Beispiel Deutschlands
18	4.2 Die nationale Ebene – am Beispiel Großbritanniens
18	4.3 Die nationale Ebene – am Beispiel Frankreichs
19	4.4 Die nationale Ebene – am Beispiel Italiens
19	4.5 Zwischenfazit: Fehlende gemeinsame Vision
21	<b>5 ANALYSE UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN</b>
21	5.1 Handlungsempfehlungen: mehr Innovation, mehr Europa, mehr Koordination
21	5.1.1 Mehr (soziale) Innovation
22	5.1.2 Mehr Europa
22	5.1.3 Mehr Koordination
25	Abbildungsverzeichnis
25	Abkürzungsverzeichnis
26	Literaturverzeichnis



# VORWORT

Der Begriff der Industrie 4.0 ist zum Synonym für die Industrieproduktion der Zukunft geworden. Mit ihr verbunden sind Hoffnungen nach mehr Wachstum durch noch effizientere Produktionsverfahren, neue Geschäftsmodelle, kundenspezifischere Herstellungsmethoden und der weiteren Verzahnung von Industrie und Dienstleistungen. Dementsprechend haben einige Industriestaaten Förderprogramme für ihre verschiedenen Industriezweige ins Leben gerufen. Ebenso hat sich die EU-Kommission die digitale Transformation der europäischen Wirtschaft auf ihre Fahnen geschrieben. So findet im Rahmen des Zukunftsprojekts „digitaler Binnenmarkt“ das Vorhaben „Digitalisierung der europäischen Industrie“ statt. Darin ist nicht nur eine Vielzahl innovationspolitischer Programme miteinander verbunden. Die EU-Kommission will darüber hinaus die nationalen Initiativen der EU-Mitgliedsländer miteinander vernetzen.

Die vorliegende Studie von Daniel Buhr und Thomas Stehnen untersucht, wer was genau auf europäischer Ebene unternimmt, um das Potenzial der Industrie 4.0 zu nutzen. Zudem stellen die Autoren am Beispiel von Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Italien nationalstaatliche Programme zur Förderung von Industrie 4.0 vor. Die Autoren befassen sich mit den innovationspolitischen Schwerpunkten der EU-Kommission und einzelner Mitgliedstaaten. Sie klären, über welche Steuerungskraft die europäische Ebene im Zusammenhang mit der Industrie 4.0 verfügt und wo noch konkreter Handlungsbedarf besteht.

Das Ergebnis ihrer Analyse: Trotz entsprechender Bestrebungen fehlt es derzeit vor allem an einer strategischen Ausrichtung der europäischen Innovationspolitik. Stattdessen konzentrieren sich die Programme der EU-Kommission und der Mitgliedstaaten einseitig auf Technologieförderung, Wettbewerbsverbesserung für die Industrie und Produktinnovationen. Gesellschaftspolitisch relevante Aspekte der Digitalisierung – wie etwa die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt und auf den sozialen Zusammenhalt – berücksichtigen sie kaum. Innovationspolitische Chancen aber bleiben so ungenutzt. Das wirtschaftliche und soziale Gefälle zwischen den Mitgliedstaaten droht weiter auseinanderzudriften.

Die Autoren geben abschließend konkrete Empfehlungen – unter den Stichworten mehr (soziale) Innovation, mehr Europa und mehr Koordination und orientiert an der Idee eines inklusiven Wachstums. Im Vordergrund steht dabei folgende Erkenntnis: Innovationspolitik im Zusammenhang mit Digitalisierung muss unbedingt als Querschnittsaufgabe betrachtet werden. Denn die Digitalisierungsprozesse wirken sich gleichzeitig auf mehrere Felder aus. Um das Potenzial des digitalen Wandels nutzen zu können, muss die Wirtschaftspolitik für inklusives Wachstum sorgen. Sie darf nicht einseitig auf technologische Entwicklungen fokussieren. Eine nachhaltige Wirtschaftspolitik muss vielmehr auch organisatorische und gesellschaftliche – also soziale – Innovationen fördern, um sicherzustellen, dass alle von der digitalen Rendite profitieren.

## **DR. PHILIPP FINK**

Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik  
Friedrich-Ebert-Stiftung

## KURZFASSUNG

Europa ist einer der zentralen Innovationsstandorte. 28 Mitgliedstaaten mit mehr als einer halben Milliarde Einwohner\_innen machen die Europäische Union zum größten Binnenmarkt weltweit. Doch Europa ist mehr als ein großer Wirtschaftsraum. Ausgehend von seiner Gründungsidee könnte die Europäische Union ein Konzept für Frieden und Freiheit, Teilhabe und Demokratie sein – aber eben auch für wirtschaftlichen, technischen und sozialen Fortschritt. Denn der ökonomische Erfolg Europas war stets eingebettet in funktionierende Wohlfahrtssysteme, die sowohl gesellschaftliche Teilhabe, soziale Absicherung und Aufstieg durch Bildung als auch die Basis für kreative Entfaltung und wirtschaftliche Freiheit bieten. Dies gilt es, gerade in Zeiten wachsender Digitalisierung zu betonen.

Für die europäische Innovationspolitik heißt das dreierlei: mehr (soziale) Innovation, mehr Europa und mehr Koordination. Diese Weiterentwicklung beginnt mit einer überzeugenden Zukunftsstrategie, sollte sich aber auch im Haushalt widerspiegeln: Sowohl in der Europäischen Union als auch in den einzelnen Mitgliedstaaten sollte wieder deutlich mehr in Innovationen investiert und die Digitalisierung auch zur Modernisierung der Wohlfahrtsstaaten genutzt werden. Gesellschaftspolitisch relevante Aspekte der Digitalisierung – wie etwa deren Auswirkungen auf die Arbeitswelt und den sozialen Zusammenhalt – gehören gerade vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen in anderen Weltregionen ganz nach oben auf die politische Agenda. In diesem Zusammenhang ist auch eine engere Verzahnung von technischen und sozialen Innovationen, aber eben auch der Innovations- mit der Arbeits-, Gesundheits- und Sozialpolitik anzustreben. Was kann beispielsweise die Digitalisierung leisten, um inklusives Wachstum, gute Arbeit sowie eine gute Gesundheitsversorgung zu erreichen? Um hier Fortschritte zu erzielen, ließen sich künftig ESF-, Kohäsionsfonds- und EFSI-Mittel intensiver für Digitalisierung und Innovationsprojekte nutzen. Dann stärkt die Innovationspolitik zum einen den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort und hat zum anderen auch den gesellschaftlichen, den sozialen Fortschritt im Blick.

Gerade bei der Digitalisierung der Industrie kann Europa auf einem guten Fundament aufbauen. Daher sollten sich die politischen Verantwortlichen ihres Leitmarktpotenzials für die Industrie 4.0 bewusst sein, auch jenseits des „Digital Single

Markets“ in der Innovationspolitik zusammenarbeiten und aktiv eine Treiberrolle einnehmen, bei technischen aber auch sozialen Standards. Das gilt auch beim Thema Datenschutz und Datensicherheit (z. B. „europäische Cloud-Infrastrukturen“, digitaler Binnenmarkt oder europäischer Rechtsrahmen) sowie der Stärkung des Wissenschaftsstandorts. Denn Wissen entsteht häufig als praktisches Wissen, durch „learning by doing“ und „learning by using“. Menschen sind Träger dieses Wissens und Treiber von Innovationen, dadurch rücken Ausbildung, Weiterbildung und Qualifikation der Menschen in den Vordergrund. Das macht die Grundlagenforschung aber nicht obsolet. Im Gegenteil: Gerade jene Staaten, die im Innovationsfähigkeitsindex führen (Schweden, Dänemark, Finnland und Deutschland), zeichnen sich durch ein sehr gutes und breites öffentliches Wissenschaftssystem aus.

Im Sinne einer missionsorientierten Förderung würden wir empfehlen, den kommenden Arbeitsprogrammen der Generaldirektion Forschung und Innovation einen systemischen Blick auf Innovationen allgemein sowie speziell auf die Industrie 4.0 zu verleihen. Denkbar ist in diesem Zusammenhang etwas wie „Verbundforschung plus“, also das Fortbestehen bewährter Grundsätze der internationalen und interdisziplinären Förderung verbunden mit neuen transsektoralen und translateralen Ansätzen. Zudem sollte der Innovationspolitik im EU-Haushalt in der Kommission (Vize-Präsident) deutlich mehr Bedeutung zukommen – auch in der Kommunikation. Damit sich neue Ideen erfolgreich in ganz Europa durchsetzen können und dort ankommen, wo sie hingehören: bei den Menschen.

## 1

## EINLEITUNG

Industrie 4.0, Smart Industry, Industrial Internet, Advanced Manufacturing, Fabbrica Intelligente oder l'Industrie du Futur stehen als Chiffre für die Vision der wachsenden Digitalisierung, Vernetzung und Automatisierung der industriellen Fertigung. Dinge, Daten und Dienste, Menschen und Maschinen – in der Industrie 4.0 könnte alles miteinander vernetzt werden. Bestehende Produktions-, Logistik- und Arbeitsprozesse könnten sich dramatisch verändern und große Produktivitätssprünge die Folge sein. Viele Studien rechnen mit hohen Investitionen in die Digitalisierung, weil durch die oben skizzierten Entwicklungen beispielsweise ein individuell auf die Kundenwünsche angepasstes Einzelstück zu den Herstellungskosten eines Großserienerzeugnisses produziert werden könnte – und das in kürzester Zeit und unter minimalem Ressourceneinsatz (Gausemeier/Klocke 2016). Teile dieser Vision sind bereits im Entstehen, wenngleich die Entwicklungen in ganz Europa noch stark nach Regionen, Branchen und Unternehmensgröße divergieren.

Ausgelöst wird dieser Wandel durch eine Vielzahl technischer Entwicklungen (z. B. das Internet der Dinge, Big Data, künstliche Intelligenz, 3-D-Druck), die in den nächsten Jahren sogar noch an Geschwindigkeit zulegen könnten, die aber nach wie vor noch viel Spielraum für die Gestaltung lassen. Denn Stand heute sind die meisten der beschriebenen Szenarien vor allem Zukunftsmusik und bewegen sich im Bereich des Visionären. In diesen Szenarien – durchaus bereits vielerorts als Insellösungen sehr erfolgreich in der Erprobung – kommunizieren die Objekte direkt und selbstständig miteinander. Sie informieren sich gegenseitig darüber, was mit ihnen passieren soll. Das heißt: Die Objekte werden maschinenlesbar. Auch jene Objekte, die bislang noch nicht mit elektronischen Komponenten ausgestattet waren, könnten nun ihre eigene IP-Adresse bekommen. Sensoren und Aktoren sorgen dafür, dass deren Daten über Scanner und Computer verteilt und direkt weiterverarbeitet werden können. Im Zuge dessen entsteht ein Internet der Dinge und Dienste, in dem schließlich die physikalische Welt und die virtuelle Welt zu sogenannten cyber-physischen Systemen verschmelzen (Plattform Industrie 4.0 2014). In diesen könnte künftig ein „intelligentes“ Werkstück seine nächste Maschine oder einen geeigneten Fertigungsbetrieb selbst auswählen und ansteuern.

Schon heute sind Milliarden dieser „smarten“ Objekte – vom einzelnen Werkstück, über den Produktionsroboter bis zum Transportmittel – mit dem Internet ver- und in weltweite Wertschöpfungsnetzwerke eingebunden. Die Vorteile dieser Entwicklungen liegen auf der Hand: Produktionsprozesse würden schneller, günstiger, ressourcenschonender, effizienter. Zudem erlauben Digitalisierung und Vernetzung das direkte Einbinden verschiedenster Nutzer\_innen mitsamt deren Wünschen und Ideen, was eben auch die kostengünstige Individualisierung von Produkten und Dienstleistungen ermöglichen kann. Das Potenzial der Digitalisierung scheint gewaltig und tangiert eine Vielzahl von Branchen: von der Agrar- und Energie-, über die Logistik- und ITK-Branche bis zum Maschinen- oder Fahrzeugbau. Daher ist der positive Tenor einschlägiger Publikationen verschiedenster Beratungsgesellschaften (vgl. PwC 2015; BCG 2015; PwC 2014; Bitkom/Fraunhofer IAO 2014; BMWi 2015) auch wenig erstaunlich. Sie gehen von Produktivitätsgewinnen aus, die allein im Laufe der nächsten fünf Jahre Mehreinnahmen für die europäische Industrie von bis zu 110 Milliarden Euro bedeuten sollen (European Commission 2015).

Vor diesem Hintergrund hat die Europäische Kommission im April 2016 die Strategie „Digitalisierung der europäischen Industrie“ vorgestellt (Europäische Kommission 2016). Darin sollen nationale und regionale Initiativen vernetzt und Investitionen durch strategische Partnerschaften und Netzwerke gefördert werden. Allerdings fokussiert auch dieser innovationspolitische Ansatz vornehmlich auf den „digitalen Binnenmarkt“ sowie die Technologieförderung. Die Auswirkungen dieser Entwicklungen auf die Arbeitswelt und das gesellschaftliche Zusammenleben werden kaum angemessen berücksichtigt – sowohl was die Chancen als auch die Risiken anbelangt.

Die vorliegende Studie möchte auf diese Lücke aufmerksam machen, indem sie untersucht, was auf europäischer Ebene innovationspolitisch unternommen wird, um die Industrie 4.0 zu fördern, und analysiert, wo noch Verbesserungsbedarf besteht. Dabei orientiert sich das Papier an vier leitenden Fragen:

- Wer macht was auf europäischer Ebene und im Zusammenhang mit der Industrie 4.0?
- Was sind die Schwerpunkte der europäischen Innovationspolitik im Zusammenhang mit Industrie 4.0?
- Wie viel Steuerungskapazität hat die europäische Ebene?
- Wo besteht Handlungsbedarf?

## 2

# INNOVATIONEN IM ZEITALTER DER DIGITALISIERUNG

Häufig werden Innovationen mit technischen Erneuerungen gleichgesetzt, die durch visionäre Unternehmer\_innen sowie vielversprechende, bahnbrechende und revolutionäre Technologien und Produkte ganz wesentlich zum Wirtschaftswachstum beitragen. Innovationen sind jedoch mehr als nur Technologien, die dafür sorgen, dass neue Produkte auf neu entstehenden Märkten verkauft werden können – auf Märkten, die nicht selten erst durch diese Neuerungen entstehen. Innovationen in der Telekommunikation (Telegraf, Telefon, Radio, Fernsehen, Internet), Verkehrsmittel (Züge, Autos, Flugzeuge) sowie Gesundheit und Hygiene (Penizillin, Röntgenstrahlen) haben nicht nur neue Produktmärkte geschaffen, sondern auch oft zur Lösung gesellschaftlicher Probleme beigetragen. Gleichzeitig sind Innovationen aber immer auch zwiespältig. Aufgrund ihrer revolutionären Natur können sie auch nachteilige Auswirkungen haben – angefangen von Natur- und Umweltkatastrophen, über den Verlust der Privatsphäre und von Freiheitsrechten, Arbeitslosigkeit bis hin zu Phänomenen wie Cyberterrorismus und Drohnen- bzw. Roboterkriege. Dies gilt es gerade auch mit Blick auf die Digitalisierung und all die damit verbundenen enormen Chancen zu bedenken. Hier lauern in großen Teilen der Bevölkerung entsprechende Ängste. So kann ein durch Produktivitätssteigerungen verursachter struktureller Wandel sich eben auch negativ auf Beschäftigung und Arbeitsbeziehungen auswirken und in einigen Fällen auch auf das soziale Gefüge. Es ist vermutlich kein Zufall, dass eine einzelne Maschine (die Dampfmaschine) das Symbol der gesamten industriellen Revolution und der Herausbildung eines neuen Systems sozialer Beziehungen ist (Alaja et al. 2016).

Ganz im Sinne des Schumpeterschen Bilds der „schöpferischen Zerstörung“ bedeuten Innovationen aber eben auch vielerorts technischen, ökonomischen und sozialen Fortschritt. Sie können nämlich auch dazu genutzt werden, gesellschaftliche Herausforderungen anzugehen. In dem Fall werden aus technischen Innovationen „soziale Innovationen“. Soziale Innovationen sind Neuerungen, die einerseits zur Verbreitung und Diffusion von technischen Entwicklungen auf der gesellschaftlichen Ebene beitragen und andererseits Praktiken darstellen, die von betroffenen Personen, Gruppen und Organisationen entwickelt und genutzt werden und zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen dienen (Buhr 2015). Laut Wiener Erklärung (2011)

ist eine soziale Innovation eine dringliche Alternative zu technologieorientierten Innovationen, mit denen die großengesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit (allein) nicht zu lösen seien.

Die Auswirkungen der technischen Innovationen auf die Gesellschaft hängen jedoch davon ab, wie diese mit ihnen umgeht. Und das hängt wiederum zwangsläufig von den politischen Maßnahmen ab, die den Kurs technologischer Innovationen steuern sollen – damit kommt der Innovationspolitik in Zukunft eine wesentliche Gestaltungsaufgabe zu (Alaja et al. 2016).

## 2.1 INNOVATIONSPOLITIK FÜR DIE INDUSTRIE 4.0

In einer immer stärker digitalisierten und globalisierten Welt entstehen Innovationen selten isoliert, sondern in Systemen – im Zusammenspiel vieler verschiedener Akteure, auch jenseits von Betriebs- und Branchen- sowie Markt- und Landesgrenzen. Das gilt allgemein für moderne Technologien, bei „Industrie 4.0“ ist es aber in besonderer Weise der Fall, weil diese Entwicklungen eine Vielzahl von Themen tangieren: Datenschutz und Datensicherheit (Safety & Security), rechtliche, soziale und technische Standards, Geschäftsmodelle, Arbeitsorganisation. Daher haben es die Digitalisierung allgemein und konkret das Thema Industrie 4.0 auch problemlos auf die politische Agenda der Europäischen Union geschafft, die – ebenso wie viele Staaten weltweit – als eine Reaktion auf die Wirtschafts- und Finanzkrise zudem versucht, den Kontinent zu reindustrialisieren.

Industrie 4.0 fällt in den Zuständigkeitsbereich der Innovationspolitik, einem Politikfeld mit Querschnittscharakter, das sich inhaltlich über eine Vielzahl von Politikbereichen erstreckt, deren Kompetenzen wiederum über unterschiedliche Ebenen verteilt sind – von der regionalen, über die nationalstaatliche bis zur europäischen Ebene. An diesem Zusammenspiel, das wir heutzutage als Multi-Level-Governance bezeichnen (Stehnen 2010), ist demnach eine Vielzahl von Akteuren beteiligt, was die Komplexität der Steuerung und Koordination des Politikfelds enorm erhöht. Zudem hat sich in vielen europäischen Staaten die Innovationspolitik in den vergangenen Jahren sukzessive geweitet und gewandelt, was natürlich auch die Entwicklungen in und um die Industrie 4.0 entsprechend beeinflusst.



## 2.2 KLASSIFIKATION UND WANDEL DER INNOVATIONSPOLITIK

Es lassen sich dabei vier Idealtypen von Innovationspolitik erkennen (Buhr 2014), die sich danach unterscheiden lassen, ob sie auf einem engen oder weiten Innovationsverständnis basieren und welche Ziele sie adressieren: Folgen diese rein ökonomischen Interessen (Wettbewerbslogik) oder streben sie auch gesellschaftliche, soziale Verbesserungen an? Wie in Abbildung 1 dargestellt, hat ein enger Innovationsbegriff allein die technischen Neuerungen im Blick und beschränkt sich auf einzelne Akteure oder Branchen. Demgegenüber steht ein sehr viel weiter gefasstes Verständnis von Innovation, das auch organisatorische und gesellschaftliche – und damit eben auch soziale – Innovationen miteinbezieht und im Dienst der Erfüllung gesamtgesellschaftlicher Ziele steht – in diesem Fall inklusives Wachstum.

Abbildung 1  
**Vier Typen von Innovationspolitik**

	<b>moderner Anspruch</b>	<b>postmoderner Anspruch</b>
enger Innovationsbegriff	Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch Stärkung der Angebotsseite	ökologische Industriepolitik
weiter Innovationsbegriff	Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch Stärkung der Angebots- und Nachfrageseite	inklusives Wachstum

Quelle: Eigene Darstellung.

Eine soziale Innovation ist eine zielgerichtete Neukonfiguration sozialer Praktiken, mit der Absicht, Probleme oder Bedürfnisse besser zu lösen bzw. zu befriedigen, als dies auf Grundlage etablierter Praktiken möglich ist (Howaldt et al. 2008: 65). Eine soziale Innovation dient dabei häufig der gesellschaftlichen Kompensation des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts (Braun-Thürmann 2005), induziert aber mitunter selbst eine technische Innovation. Sie kann daher einen entscheidenden Einfluss darauf haben, ob eine technische Invention (Erfindung) zur verbreiteten Innovation wird (so die Unterscheidung von Schumpeter), auf welchen Wegen und Kanälen sie sich ausbreitet (diffundiert) und welche Wirkung sie dabei entfaltet (Franz 2010: 336).

Wir beobachten durch die zunehmende Digitalisierung eine engere Verzahnung dieser Innovationstypen durch Prozesse wie „Open Innovation“. Hier ist gerade in Ländern wie Schweden, Finnland oder Dänemark, also den führenden Nationen in den einschlägigen Rankings (z. B. EU Innovation Union Scoreboard, iit-Innovationsfähigkeitsindex), eine Weiterentwicklung der Innovationspolitik zu beobachten – weg von der alleinigen Fokussierung auf die technische Modernisierung hin zu einer systemischen Innovationspolitik. Diese geht über einen rein ökonomischen Anspruch weit hinaus (Alaja et al. 2016). Im Sinne von Innovation durch Partizipation werden auch Aspekte der sozialen Gerechtigkeit, der Mitwirkung und Beteiligung

und somit auch Fragen nach dem gesellschaftlichen Zusammenhalt mit in den Blick genommen und auch soziale Innovationen zu fördern versucht (z. B. durch politische Initiativen wie „Gute Arbeit“, „Two more healthy years“, „Qualitatives Wachstum“, „Inklusives Wachstum“).

In diesem Zusammenhang wird die Innovationspolitik zu einer Querschnittsaufgabe, deren Zuständigkeiten gerade in einem Mehrebenensystem wie der Europäischen Union vertikal wie horizontal weit verstreut sind. Das macht die Koordination schwierig, zumal über die Ziele und die richtige Wahl an Instrumenten mitunter sehr unterschiedliche Vorstellungen bestehen. Während manche Akteure vor allem solche Instrumente favorisieren, die allein ökonomische Ziele verfolgen (Wachstum, Beschäftigung, Wettbewerbsfähigkeit), betonen andere die wachsende Bedeutung ökologischer oder sozialer Ziele. Denn die Innovation ist zumeist kein Ziel an sich, sondern das Vehikel, um bestimmte gesamtgesellschaftliche Ziele besser erreichen zu können. Im normativen Sinne sollte Innovationspolitik über den betriebs- und volkswirtschaftlichen Anspruch hinausragen, denn nicht alles, was betriebswirtschaftlich erfolgreich ist, wird von der Bevölkerung gewünscht. Hier stehen demnach mikro- und makroökonomische sowie kurz- und langfristige Ziele nicht zwingend im Einklang miteinander. Auch dort bedarf es eines (politischen) Ausgleichs. Daher müssen die oben genannten abstrakten Ziele zunächst in konkrete innovationspolitische Herausforderungen und Probleme übersetzt werden, die dann im nächsten Schritt mit den entsprechenden Politiken gelöst werden können (Borras/Edquist 2013). Die Innovationspolitik bedient sich dabei eines umfangreichen Portfolios an Steuerungsinstrumenten. Und sie umfasst verschiedene Ebenen von Politik – die der Kommunen und Regionen ebenso wie die der Länder, des Bundes oder der Europäischen Union (Buhr 2016).

# 3

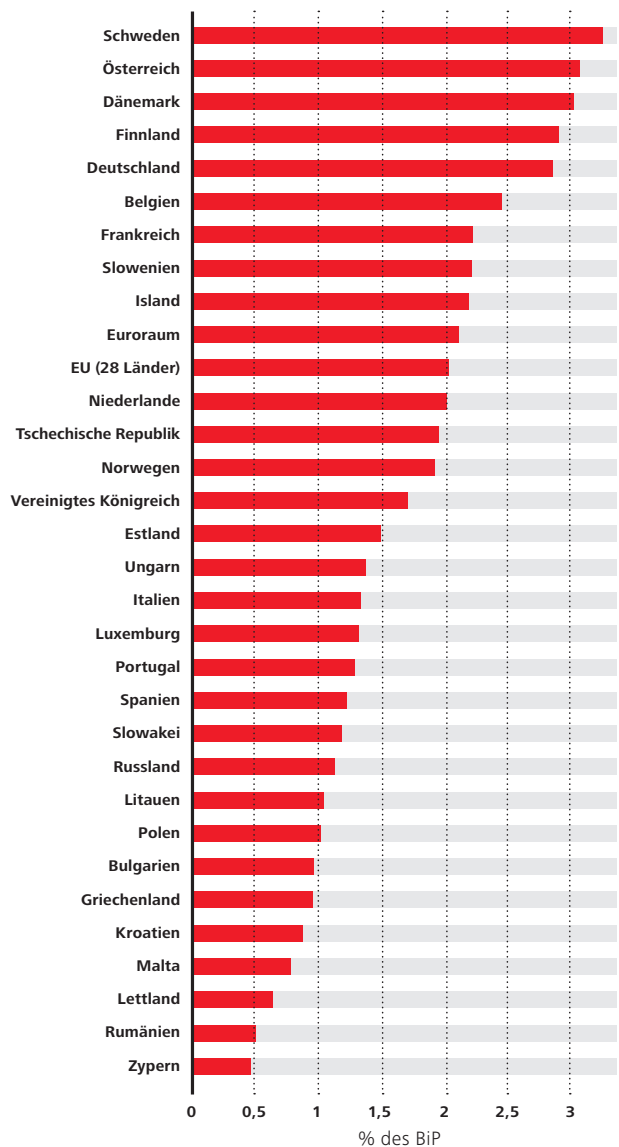
## DIE EUROPÄISCHE EBENE

Mit der Lissabon-Strategie aus dem Jahr 2000 ist die Innovationspolitik ins Zentrum der europäischen Politik gerückt und hat mit der Europe-2020-Strategie und einem Laufzeitbudget von fast 80 Milliarden Euro zunächst nichts an Priorität eingebüßt – wenngleich ihr in Zeiten von Finanzkrise, Brexit und Migration bei Weitem nicht mehr die Bedeutung zukommt, die sie schon mal genoss. So setzt der sogenannte Juncker-Plan zwar einerseits große Hoffnungen in Investitionen und Innovationen, andererseits lässt sich dies aber auf der Ebene konkreter Programme (Policies) und der entsprechenden (symbolischen) Aufwertung des Themas, zum Beispiel durch einen eigenen Vize-Präsidenten in der Kommission, nicht erkennen. Dies fällt besonders bei einem Thema wie Industrie 4.0 schwer ins Gewicht, weil die Zuständigkeiten neben der Generaldirektion Forschung und Innovation weit über verschiedene andere Generaldirektionen (und Kommissare) verteilt und damit zunehmend fragmentiert sind (z. B. Energie, Digitales, Umwelt, Industrie etc.).

Zu den nach wie vor ehrgeizigen Zielen der Europäischen Kommission zählt, dass die EU-Länder bis 2020 drei Prozent ihres BIP in Forschung und Entwicklung (FuE) investieren sollen (ein Prozent öffentliche Mittel, zwei Prozent Investitionen des Privatsektors). Obwohl dieses Ziel bereits im Jahr 2000 formuliert worden ist, wird es nach wie vor und nicht zuletzt bedingt durch die strikte Austeritätspolitik der vergangenen Jahre von den meisten Mitgliedstaaten der Europäischen Union (weit) verfehlt. In den Jahren zuvor war jedoch bei den FuE-Ausgaben – ganz im Sinne der Kohäsionspolitik – durchaus eine zarte Annäherung zu beobachten gewesen. Und auch das Smart-Specialization-Konzept der Europäischen Kommission (RIS3) zielt darauf ab, die rund 454 Milliarden Euro ESIF-Mittel (Europäische Struktur- und Investitionsfonds) künftig noch effektiver für die Innovationsförderung zu nutzen (European Commission 2014).

Durch all diese Bemühungen sollen schließlich 3,7 Millionen Arbeitsplätze geschaffen und das jährliche BIP der EU um fast 800 Milliarden Euro gesteigert werden. Die Maßnahmen auf europäischer Ebene zielen einerseits auf die Ergänzung der Policies auf der nationalen und subnationalen Ebene, verfolgen aber andererseits eigene Ziele, nämlich jene der Regional- und Kohäsionspolitik sowie der Binnenmarkt- und Wettbewerbspolitik.

Abbildung 2  
**Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung**  
 (in % des BIP; 2015)



Quelle: Eurostat.

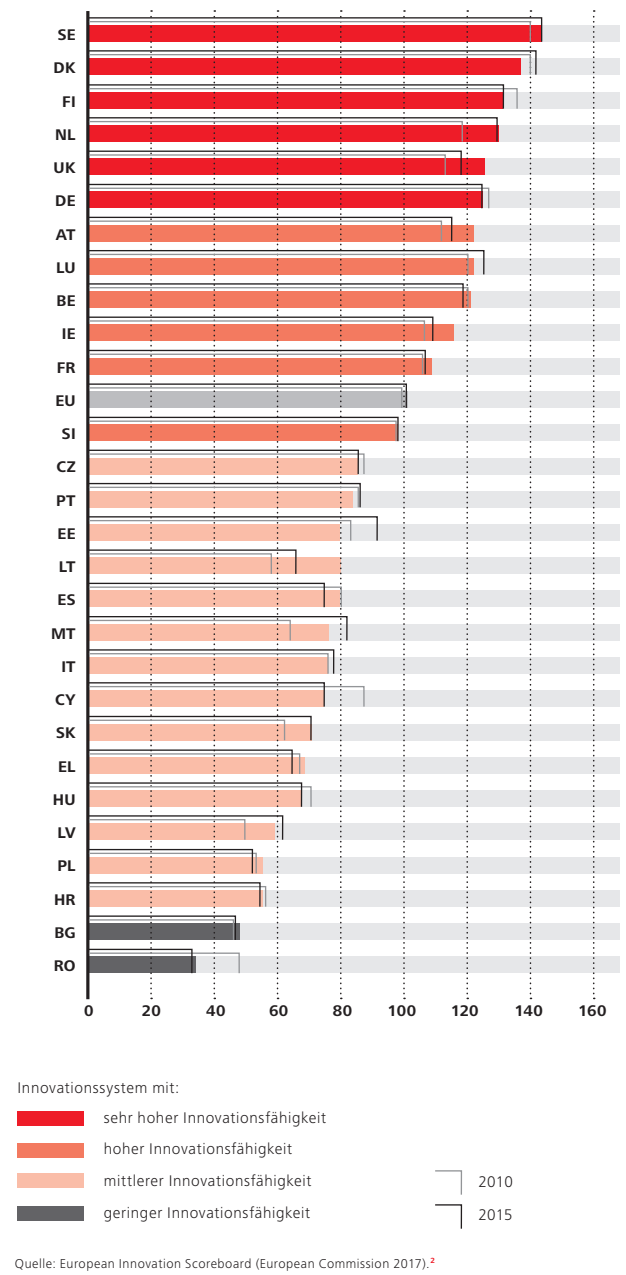
Hier besitzt die Europäische Union auch entsprechende Kompetenzen (z. B. Wettbewerbsrecht oder Europäischer Forschungsraum), während sie etwa im Bereich der Forschungspolitik eine geteilte und im Bereich der klassischen Industrie- und Bildungspolitik nur über eingeschränkte Zuständigkeit verfügt. So agiert die EU in weiten Teilen der Innovationspolitik mit „weichen“ Steuerungsinstrumenten der OMK (Offenen Methode der Koordinierung), indem sie Monitoring-Berichte veröffentlicht, Benchmarks und Datenbanken zur Verfügung stellt (z. B. Innovation Union Scoreboard, Digital Scoreboard bzw. Digital Economy and Society Index) und die Mitgliedstaaten und Regionen bei der Entwicklung und Implementation ihrer Innovationspolitiken unterstützt (Reillon 2016). Auch wenn die EU nicht alle Kompetenzen besitzt, die sie für eine systemische Innovationspolitik bräuchte, so ist trotz allem seit der Einrichtung von Horizon 2020 (vgl. European Commission 2014) eine stärkere Innovationsorientierung zu erkennen. Sogenannte „Proof of Concept Programme“ im prestigeträchtigen ERC (European Research Council), die „Fast Track to Innovation“-Programme für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) oder die Ausweitung an Finanzierungsmöglichkeiten sind gute Beispiele dafür.

Abbildung 3  
**Zentrale Rahmenprogramme für die europäische Innovationspolitik**

Europe 2020 (Europäischer Rat, Europäische Kommission)	Laufzeit 2010–2020; Schlüsselstrategie zur Förderung intelligenten, nachhaltigen und inklusiven Wachstums; 7 Leitinitiativen (Flagship Initiatives), darunter „Innovation Union“, „Digitale Agenda für Europa“, „Industriepolitik im Zeitalter der Globalisierung“ und „Agenda für neue Kompetenzen und Beschäftigungsmöglichkeiten“
Horizon 2020	Laufzeit 2014–2020; EU-Förderprogramm für Forschung und Innovation; Budget: ca. 77 Mrd. Euro
„Juncker-Plan“ (Zehn-Punkte-Programm)	seit 2014; Agenda der neuen Kommission; 10 Kernziele
Europäischer Fonds für strategische Investitionen (EFSl)	Gemeinsame Initiative der Europäischen Investitionsbank (EIB) und Europäischem Investitionsfonds sowie der Europäischen Kommission; Ziel: Überwindung der Investitionsschwäche in Europa durch Bereitstellung von Mitteln für wirtschaftlich tragfähige (aber auch risikoreiche) Vorhaben; Förderung von erneuerbaren Energien und Ressourceneffizienz, aber auch von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU)

Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 4  
**Europäischer Innovationsanzeiger**  
(European Commission 2017)



Quelle: European Innovation Scoreboard (European Commission 2017).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Der europäische Innovationsanzeiger (European Innovation Scoreboard) vergleicht die Leistungsfähigkeit von nationalen Innovationssystemen und basiert auf 27 Indikatoren. Die Abbildung zeigt in farbigen Säulen die Leistung der Mitgliedstaaten im Jahr 2016 im Vergleich zum Stand der EU im Jahr 2010. Die horizontalen Striche markieren die Leistung der Mitgliedstaaten im Jahr 2015 im Vergleich zum Stand der EU im Jahr 2010. Graue Säulen verdeutlichen die Leistung der Mitgliedstaaten im Jahr 2010 im Vergleich zum Stand der EU im Jahr 2010. Allen Jahren liegt dieselbe Messmethode zugrunde. Die gestrichelten Linien zeigen die Schwellenwerte zwischen den Leistungsgruppen (sehr hohe Innovationsfähigkeit, hohe Innovationsfähigkeit, mittlere Innovationsfähigkeit und geringe Innovationsfähigkeit) im Jahr 2016, wobei die Leistung der Mitgliedstaaten 2016 mit der der EU im Jahr 2016 verglichen wurde.

### 3.1 EUROPÄISCHE INNOVATIONSPOLITIK MIT BLICK AUF DIE INDUSTRIE 4.0

Die Europäische Union hat das Thema Industrie 4.0 in den vergangenen Jahren vor allem unter dem Schlagwort „Advanced Manufacturing“ behandelt. Eine 2013 eingerichtete Taskforce legte ein Arbeitsdokument (Europäische Kommission 2014) vor, das vor allem auf die Herausforderung der abnehmenden Beteiligung der verarbeitenden Industrie am BIP in der Europäischen Union einging. In dieser industriepolitischen Veröffentlichung mit dem Titel „Für ein Wiedererstarken der europäischen Industrie“ betonte die Kommission, dass digitale Technologien wie Cloud-Computing, Big Data, New Industrial Internet, Applikationen, Smart Factorys, Robotik und 3-D-Druck notwendige Bedingungen für Produktivitätssteigerungen der europäischen Industrie seien. Es wurde auch im Zuge anderer von DG GROW (Generaldirektion für Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum sowie kleine und mittlere Unternehmen) getriebener Aktivitäten das strategische Ziel ausgesprochen, den Anteil der Industrie am BIP von ca. 15 auf 20 Prozent zu steigern (Europäische Kommission 2014). Die Kommission hat dabei die drei folgenden Ziele formuliert:

- schnellere Kommerzialisierung von Advanced-Manufacturing-Technologien;
- Verringerung von Nachfrageengpässen für Advanced-Manufacturing-Technologien;
- Förderung von Kompetenzen (Skills) für Advanced Manufacturing.

### 3.2 REINDUSTRIALISIERUNG EUROPAS

Ebenfalls im Jahr 2014 ist das neue EU-Forschungsprogramm Horizon 2020 angelaufen – bis 2020 will die Kommission rund 77 Milliarden Euro an Fördermitteln bereitstellen: darunter 24,4 Milliarden Euro für die „Spitzenforschung“ und 17 Milliarden Euro zur Förderung industrieller Innovationen sowie sogenannter Schlüsseltechnologien. Im Zuge dessen ist auch eine Nutzung von innovationspolitischen Maßnahmen zur Reindustrialisierung des Kontinents zu beobachten. So umfasst die Europe-2020-Strategie beispielsweise sieben „Flagship Initiatives“, von denen eine dediziert auf die „Integrated Industrial Policy for the Globalisation Era“ zielt. Sowohl die Europäische Kommission als auch der Europäische Rat sowie das Europäische Parlament stützten in den vergangenen Jahren diesen Kurs. Das Ziel: Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der Industrie an der gesamten Wertschöpfung signifikant steigen, von 15,1 Prozent (2013) auf 20 Prozent des BIP. Dabei fällt auf, dass dieser Anteil innerhalb der EU-Mitgliedstaaten enorm variiert – zwischen 24,8 Prozent (Rumänien) und 5,3 Prozent (Luxemburg). Mit rund 22,4 Prozent gehörte Deutschland im Jahr 2012 nach wie vor zu den Ländern mit dem höchsten Industrieanteil.

### 3.3 DIGITALER BINNENMARKT

Dieser Hintergrund ist auch für die Bemühungen relevant, die europäische Industrie bei der Digitalisierung zu unterstützen. Die wesentlichen Inhalte der Förder- und Regulierungspolitiken

der Europäischen Kommission wurden in der Kommunikation „Digitalisierung der europäischen Industrie“ dargelegt, die im April 2016 unter Federführung von Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien (DG CONNECT) vorgelegt wurde (Europäische Kommission 2016). Die Kommunikation erkennt den digitalen Wandel und die daraus entstehenden Veränderungsprozesse (Verlagerung von globalen Wertschöpfungsketten, neue Industriemodelle etc.) an und schlägt eine Reihe von Maßnahmen vor, wie diesen Prozessen begegnet werden könnte. Zentrale Voraussetzung für das Entstehen digitaler Innovationen für die Industrie sei dabei die Strategie des digitalen Binnenmarktes (Europäische Kommission 2015). Zudem sollen nationale und regionale Initiativen vernetzt und Investitionen durch strategische Partnerschaften und Netzwerke gefördert werden. Dadurch will die Europäische Kommission allein rund 50 Milliarden Euro an öffentlichen und privaten Investitionen in die Digitalisierung der Industrie generieren:

- 37 Milliarden Euro Investitionen in digitale Innovationen;
- 500 Millionen Euro europäische sowie 5 Milliarden Euro nationale und regionale Mittel für sogenannte „Digital Innovation Hubs“ (DIH);
- 6,3 Milliarden Euro für die ersten Produktionslinien von „Next-Generation Electronic Components“;
- 6,7 Milliarden Euro für die Europäische Cloud-Initiative.

### 3.4 ZIELE DER EUROPÄISCHEN INNOVATIONSPOLITIK

Bei der Digitalisierung bestehen in Europa noch erhebliche Herausforderungen, auch mit Blick auf das Thema Industrie 4.0. Zwar lassen sich in einigen Mitgliedstaaten durchaus gute Ausgangsbedingungen beobachten, aber insbesondere in Bezug auf die geringen Investitionen von KMU in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie Standardisierung (reibungsloser Datenfluss zwischen Sektoren und Regionen) und Regulierungsmaßnahmen (Daten, Haftbarkeit von Systemen, Sicherheitsfragen etc.), die nur auf europäischer Ebene geregelt werden können, besteht noch großer politischer Handlungsbedarf. Das erklärte Ziel der Kommission ist es, „... die Wettbewerbsfähigkeit der EU im Bereich der digitalen Technologien zu fördern und dafür zu sorgen, dass alle Unternehmen in Europa ungeachtet der jeweiligen Branche, des Standortes und ihrer Größe die digitalen Innovationen in vollem Umfang nutzen können“ (Europäische Kommission 2016: 7). Daran anknüpfend verfolgt die Kommission drei zentrale Ziele: (1) die Stärkung der Politikkoordination, (2) Investitionen in die Innovationsfähigkeit sowie (3) den Kompetenzaufbau.

#### 3.4.1 STÄRKUNG DER KOORDINATION ZWISCHEN KOMMISSION, MITGLIEDSTAATEN UND STAKEHOLDERN

In der jüngeren Vergangenheit wurden mehrere nationale und regionale Initiativen lanciert, um die Digitalisierung der Industrie zu fördern. Um der Gefahr einer weiteren Fragmentierung dieser Initiativen vorzubeugen, verfolgt die Kommission das Ziel, die notwendigen öffentlichen Ressourcen zu bündeln, um so ein deutliches Signal für die benötigten privaten Investitionen zu setzen.

Abbildung 5  
**Digitaler Binnenmarkt**

WARUM BRAUCHEN WIR DEN DIGITALEN BINNENMARKT?			
für einen sanften Übergang zu einer Smart Economy	um Produkte & Dienstleistungen der nächsten Generation vorzubereiten	um Innovationsfähigkeit industrieübergreifend zu stärken	um das BIP in der EU um 110 Milliarden Euro pro Jahr zu steigern

STÄRKEN DER EUROPÄISCHEN INDUSTRIE			
EU-Unternehmen sind weltweit führend in	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fertigung</li> <li>– Elektronik für die Automobil-, Luft- &amp; Raumfahrtbranche</li> <li>– Elektronik für die Sicherheits- &amp; Energiebranche</li> <li>– Robotik</li> <li>– Telekommunikationsausrüstung</li> <li>– Business &amp; Professional Software</li> <li>– Laser- &amp; Sensortechnologie</li> </ul>	Forschungs- & Technologieinstitutionen von Weltklasse	traditionelle Sektoren & KMUs
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Baugewerbe</li> <li>– Nahrungsmittel- &amp; Getränkeproduktion</li> <li>– Textilindustrie</li> <li>– Druck- und Verlagswesen</li> <li>– Handwerk</li> </ul>
Sie alle können von den Chancen der Digitalisierung profitieren.			

EUROPAS INDUSTRIE DIGITALISIEREN			
um die Koordination europäischer, nationaler und regionaler Initiativen wie Industrie 4.0 (DE), Smart Industry (NL) (SK) und Industrie du Futur (FR) zu erleichtern			
<b>Digitale Innovation über alle Sektoren hinweg integrieren:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einrichtung eines gesamt-europäischen Netzwerks digitaler Innovationszentren</li> </ul>	<b>Leadership bei digitalen Technologien stärken:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– öffentlich-private Partnerschaften</li> <li>– Industriepattformen</li> <li>– groß angelegte Pilotprojekte und Modellvorhaben</li> </ul>	<b>Menschen auf das digitale Zeitalter vorbereiten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kompetenzen &amp; Training</li> </ul>	<b>Regulatorischer Rahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– freier Datenfluss &amp; Dateneigentum</li> <li>– Sicherheit &amp; Haftung autonomer Systeme &amp; Internet der Dinge</li> </ul>
Herausforderungen & Chancen des Internets der Dinge	<b>CLOUD:</b> <b>European Cloud Initiative in einer datengetriebenen Wirtschaft:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– European Open Science Cloud</li> <li>– European Data Infrastructure</li> <li>– Zugang erweitern &amp; Vertrauen aufbauen</li> <li>– Hochleistungscomputing</li> <li>– Quantum</li> </ul>	<b>STANDARDS:</b> <b>Schnelle Entwicklung in fünf prioritären Gebieten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5G</li> <li>– Cloud-Computing</li> <li>– Internet der Dinge</li> <li>– Datentechnologien</li> <li>– Cybersicherheit</li> </ul>	<b>DIGITALE ÖFFENTLICHE DIENSTLEISTUNGEN:</b> <b>eGovernment Action Plan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Neuer Digital Single Gateway</li> <li>– eJustice-Portal</li> <li>– „Once-only“-Prinzip in den Verwaltungen</li> <li>– grenzüberschreitende Gesundheitsdienstleistungen</li> <li>– Beschaffung &amp; „Once-only“ im öffentlichen Beschaffungswesen</li> </ul>
<b>um Investitionen zu steuern</b> (Horizon 2020, EU-Investitionsplan, EU-Struktur- und Investitionsfonds, nationale und regionale Fonds, Privatsektor)  <b>MOBILISIERUNG von 50 Milliarden Euro aus öffentlichen &amp; privaten Investitionen</b>			

Quelle: Übersetzung von Europäische Kommission 2016.

Bleibe es bei rein nationalen Anstrengungen, könnte es dazu führen, dass die Ressourcen unterkritisch bleiben und private Investitionen ausbleiben, sodass hier ein klarer europäischer Mehrwert besteht. Ebenso ist ein Erfahrungsaustausch über Best Practices beim Kompetenzaufbau und der Qualifikation von Vorteil. Um die Koordination zwischen europäischer und nationalstaatlicher Ebene zu verstärken, plant die Kommission zwei „hochrangige Runde Tische“ pro Jahr, um einen kontinuierlichen EU-weiten Dialog sicherzustellen; ein jährliches europäisches Forum unter (breiter) Beteiligung von Akteuren aus der gesamten digitalen Wertschöpfungskette; regelmäßige Berichte über die nationalen und regionalen Initiativen und Prioritäten. Das erste Treffen hierzu fand Ende Januar 2017 in Essen statt. Dort richtete die Europäische Kommission gemeinsam mit Deutschland das erste Stakeholder-Forum „Digitising European Industry“ aus.

### 3.4.2 STÄRKUNG DER DIGITALEN INNOVATIONSKAPAZITÄT

#### Einrichtung von Digital Innovation Hubs in ganz Europa

Exzellente forschungsstarke Universitäten und öffentliche Forschungsinstitute sollen zu Digital Innovation Hubs (DIHs) ausgebaut werden und der Industrie das Experimentieren mit digitalen Innovationen und die Erprobung von Innovationen ermöglichen. Dadurch sollen vor allem für KMU das Investitionsrisiko gesenkt und die Nutzensimulation gestärkt werden. Neben der Erprobung der Anwendbarkeit von digitalen Technologien sollen die DIHs auch den Zugang zu Finanzmitteln erleichtern und Öffentlichkeitsarbeit leisten. Langfristiges Ziel ist es, ein europaweites Netzwerk an DIHs aufzubauen, die als One-Stop-Shop einen Zugang für KMU zu modernen digitalen Technologien erlauben. Zur Finanzierung stehen Mittel aus den Struktur- und Investitionsfonds sowie dem Europäischen Fonds für strategische Investitionen (EFSI) zur Verfügung. Zudem plant die Kommission Investitionen in Höhe von 500 Millionen Euro aus Horizon 2020 für DIHs.

#### Aus- und Aufbau von Public-Private-Partnerships

Aufgrund der großen Investitionen, die in Hochleistungsanlagen und Dateninfrastrukturen geleistet werden müssen, stellen Public-Private-Partnerships (PPPs) nach Ansicht der EU-Kommission eine Möglichkeit dar, private Ressourcen zu mobilisieren. Zudem können über PPPs die Koordination von fragmentierten FuE-Anstrengungen in den Mitgliedstaaten erleichtert und die Normen- und Standardsetzung vorangetrieben werden. Obwohl ihre Wirkungsweise nach wie vor umstritten ist (Weimer/Vining 2017: 319), sollen PPPs nach den Plänen der Kommission gestärkt werden, damit sie zu „... echten Aggregationsrahmen und Ökosystemen für digitale industrielle Innovationen werden“ (Europäische Kommission 2016: 11). In den kommenden fünf Jahren plant die Kommission im Rahmen von Horizon 2020 Ausgaben für die Unterstützung der strategischen Forschungs- und Innovationspläne der PPPs in Höhe von rund 5 Milliarden Euro, die vonseiten der Industrie um weitere 15 Milliarden Euro ergänzt werden sollen. Zudem könnten zusätzlich rund 15 Milliarden Euro über Mittel der Mitgliedstaaten und über EFSI und ESIF hinzukommen.

Neben diesen PPPs, deren Ziel es ist, vor allem die Erarbeitung und Durchführung eigener Forschungspläne zu verfolgen, plant

die Kommission branchenübergreifende und integrierte digitale Plattformen, mithilfe derer Referenzarchitekturen entwickelt werden sollen – sowie ihre schrittweise Umsetzung, Erprobung und Validierung in sich weiterentwickelnde Ökosysteme. Eine Gruppe von Plattformen strebt die Integration digitaler Technologien wie Internet der Dinge, Big Data und Cloud-Computing, autonome Systeme und künstliche Intelligenz an. Hierzu zählen die Initiativen zu „Führungsrolle beim Internet der Dinge (IoT)“, mit denen großmaßstäbliche Pilotprojekte und „Leuchtturm“-Initiativen gefördert werden, sowie Datenplattformen wie etwa die PPP zu Big Data, für die alleine 2,7 Milliarden Euro aus privaten und öffentlichen Mitteln bereitgestellt werden.

Eine zweite Gruppe dient dazu, branchenspezifische Plattformen aufzubauen. Hierzu zählen beispielsweise Initiativen wie die zur „vernetzten intelligenten Fabrik“. Bereits 2008 wurde die PPP „Factories of the Future“ eingerichtet. Diese industriegeführten Stakeholder-Foren entwickeln eigene Maßnahmen und Roadmaps für Forschungs- und Innovationsaktivitäten. Ziel ist es, relevante Akteure um eine gesellschaftliche Herausforderung zusammenzubringen (Missionsorientierung) und über die Zuwendung von öffentlichen Mitteln eine Hebelwirkung für privates Kapital zu erreichen. Ein Treiber dieser Förderpolitik war die „European Factories of the Future Research Association“ (EFFRA), die für diese Zwecke auch die Europäische Technologie Plattform (ETP) MANUFUTURE aufgebaut hat. Den europäischen Zuwendungsregeln folgend ist das Ziel der EFFRA, vorwettbewerbliche Forschung zu fördern.

PPPs werden über die Forschungsrahmenprogramme (FP7, Horizon 2020) gefördert. Die Forschungsprioritäten werden durch öffentliche Konsultationen festgelegt und in Form von mehrjährigen Roadmaps festgelegt. Durch die Einbindung der Industrie soll gewährleistet werden, dass die Forschungsaktivitäten auf die Markteinführung ausgerichtet sind. Im Rahmen des Programmteils „Industrial Leadership“ wurden in Horizon 2020 im letzten Call 278 Millionen Euro für Forschungs- und Innovationsprojekte im Bereich Advanced Manufacturing bereitgestellt (Europäische Kommission 2014a; European Commission 2014).

#### Standardisierung

Sowohl für die Entwicklung als auch die Verbreitung neuer Produkte, Dienste und Verfahren spielen Standards eine wesentliche Rolle. Sie machen Produkte funktionsfähiger und kompatibel und stellen den Schutz der Verbraucher\_innen sicher. Sie erleichtern die Produktentwicklung, verkürzen die Zeit bis zur Marktreife und stellen auch die Kompatibilität und Interoperabilität zwischen verschiedenen Industriezweigen sicher, damit weitere Produkte und Dienste entwickelt werden können (Europäisches Patentamt 2017). Vor dem Hintergrund wachsender Digitalisierung und Globalisierung tragen internationale Standards dazu bei, Handelsschranken abzubauen und den Welthandel zu fördern. Gerade hier könnte ein gemeinsamer (digitaler) Binnenmarkt seine Stärken ausspielen – ein Leitmarkt mit enormer Wirtschaftskraft, der durchaus in der Lage wäre, auch weltweit die Standardisierung entsprechend voranzutreiben, auch in den Bereichen Datenschutz und Datensicherheit.

Auch die Kommission hat die Bedeutung des Themas anerkannt und ist bestrebt, ihre Anstrengungen in den für Industrie 4.0 relevanten Bereichen zu fokussieren und in Bezug auf Referenzarchitekturen und Erprobung auszuweiten. Ziel ist es, zunächst

eine strategische Fokussierung vorzunehmen und einen geeigneten robusten Mechanismus für die Umsetzung zu entwickeln. Im Hinblick auf die strategische Ausrichtung der Standardisierung nennt die Kommission fünf Bereiche, die im Mittelpunkt dieser Anstrengungen stehen sollen: 5G, CloudComputing, Internet der Dinge, Datentechnik und Cybersicherheit. Der Umsetzungsmechanismus besteht aus der regelmäßigen Überwachung, einem fortgesetzten politischen Dialog mit relevanten Akteuren sowie einer intensiveren Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Normungseinrichtungen.

### Future and Emerging Technologies (FET)

Das FET-Programm wird von DG CONNECT in Kooperation mit anderen Generaldirektionen gestaltet. Als Teil der Säule „Exzellente Wissenschaft“ von Horizon 2020 richten sich die Förderaktivitäten an Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Hightechunternehmen, denen ein Anreiz für die Umsetzung radikal neuer Technologien gewährt werden soll. Der Programmbereich verfügt insgesamt über ein Budget von etwa 2,6 Milliarden Euro (European Commission o. J.). Das FET-Programm gliedert sich in drei Teile, die nicht explizit auf Industrie-4.0-Aktivitäten ausgerichtet sind, aber die durch den impliziten Fokus auf Informationstechnologien durchaus eine große Bedeutung haben.

- FET Open zielt auf die themenoffene Förderung visionärer Ideen in Wissenschaft und Technologie im Frühstadium ab. 40 Prozent des Budgets sind für diese Förderlinie vorgesehen. FET Open stellt aufgrund des vereinfachten Antragsverfahrens und der thematischen Offenheit eine attraktive Beteiligungsmöglichkeit für neue Akteure in der EU-Forschungsförderung dar wie intensiv forschende Unternehmen und junge, interdisziplinär ausgerichtete Forschergruppen.
- FET Proactive unterstützt vielversprechende neue Technologiethemata und deren interdisziplinäre Forschungscommunitys. Größere Konsortien gehen dabei den technologischen Möglichkeiten und gesellschaftlichen Auswirkungen von spezifischen Forschungsthemen nach, die im Arbeitsprogramm vorgegeben sind. Zusätzlich werden im Rahmen von FET Proactive auch die Aktivitäten der Public-Private-Partnership „High Performance Computing“ gefördert.
- Die FET Flagships „Human Brain“ und „Graphene“ sind großdimensionierte, wissenschaftsgesteuerte Forschungsinitiativen mit einer voraussichtlichen Laufzeit von zehn Jahren und einem Gesamtbudget von 1 Milliarde Euro. Ziel ist es, Europa in eine Führungsposition bei der Lösung zentraler wissenschaftlich-technologischer Herausforderungen zu bringen.

### 3.4.3 KOMPETENZAUFBAU

Im Zuge einer weiteren Digitalisierung der Industrie wird sich das Profil der Industriearbeit grundlegend wandeln. Gleichwohl ist es derzeit jedoch nicht absehbar, welche Folgen diese Entwicklung in sozial- und arbeitsmarktpolitischer Hinsicht haben wird. Die potenziellen Herausforderungen bedürfen aber einer klaren Zusage der Mitgliedstaaten, in den Kompetenzaufbau zu investieren. Die Kommission hat in dieser Frage wenig Gestaltungsspielraum, da im Bildungsbereich die Steuerungskompetenzen klar bei den Mitgliedstaaten liegen. Im Zuge der Digitalisierung der Industrie plant die Kommission daher

unter Einbezug der relevanten Stakeholder einen langfristigen, strukturierten Dialog über die sozialen Aspekte der Digitalisierung. Hierzu zählt auch die Industrie selbst, die vor allem bei der Bestimmung und Vermittlung der entscheidenden Qualifikationen und Kompetenzen eine wichtige Rolle einnimmt.

Zwar handelt es sich hierbei eindeutig um eine gesamteuropäische Herausforderung, doch sind für die wichtigsten dieser Kompetenzen die Mitgliedstaaten und Regionen zuständig, und die spezifischen Fragestellungen müssen auf nationaler und regionaler Ebene ermittelt und behandelt werden. Darüber hinaus muss die Nach- bzw. Umschulung der Arbeitskräfte in den Unternehmen stattfinden, was eine starke Beteiligung der Betriebe und der Sozialpartner erfordert, die bisher von Mitgliedsland zu Mitgliedsland stark divergiert zwischen beispielsweise ((meso-)korporatistischen) Staaten wie Schweden und Dänemark, Deutschland und Österreich oder Ländern wie Großbritannien, Spanien oder Italien.

Initiativen der Kommission wie die 2013 ins Leben gerufene „Große Koalition für digitale Arbeitsplätze“ können geeignete Mittel sein, um Aufmerksamkeit für das Thema zu generieren und konkrete Zusagen der Akteure für Weiterbildungsmaßnahmen einzuholen. Dies kann eine Blaupause für die anstehende „Europäische Agenda für neue Kompetenzen“ sein. Ebenso ist geplant, die oben erwähnten Digital Innovation Hubs mit Bildungseinrichtungen zu verbinden, sodass auf lokaler Ebene geeignete Aus- und Weiterbildungsangebote entstünden. Solche Initiativen würden an bestehenden Strategien zur intelligenten Spezialisierung (Smart Specialization) anknüpfen und die Weiterentwicklung von Triple-Helix- zu Quadruple-Helix-Systemen unterstützen.

Während das Triple-Helix-Modell bereits das Zusammenspiel von Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und lokaler Politik für die Entwicklung von Innovationen betont, wird in jüngerer Vergangenheit gerade auf regionaler Ebene versucht, auch die potenziellen Nutzer\_innen, die Konsument\_innen, Beschäftigten und Verbraucher\_innen ebenso aktiv in das Innovationssystem einzubinden, um sowohl die Entwicklung technischer Innovationen als auch die Verbreitung sozialer Innovationen zu fördern. Damit wird das Konzept zu einem Quadruple-Helix-Modell erweitert.

## 3.5 INDUSTRIE 4.0 IM SPANNUNGSFELD EUROPÄISCHER POLITIK

In Summe scheint die Europäische Kommission mit ihren innovationspolitischen Programmen eine Leitmarkt-Strategie für die Industrie 4.0 zu verfolgen, die sich vor allem in der „Digital Single Market Strategy“ bündelt. Ein Leitmarkt wird als geografisch abgegrenzter Markt definiert, der globale Innovationen durch günstige lokale Präferenzen und Rahmenbedingungen fördert (Klodt 2011): Preis- und Kostenvorteile sowie Transfer-, Diffusions- und Exportvorteile, eine hohe Einkommenselastizität der Nachfrage nach Innovationen und eine vorteilhafte Marktstruktur (Wettbewerb). Gerade diese Betonung der Nachfrageseite ist eine wesentliche Weiterentwicklung der Innovationspolitik. Ein erster Schritt in diese Richtung erfolgte durch den sogenannten Aho-Report (Aho 2006), dessen Empfehlungen die Kommission fortan in ihren Maßnahmen umzusetzen versucht:

etwa durch „innovationsfördernde“ Vergabe- und Beihilfepraktiken sowie Bürokratieabbau, aber auch durch die Förderung der zentralisierten Normen- und Standardsetzung auf europäischer Ebene (z. B. im digitalen Binnenmarkt oder über die Innovationsunion) und des Aufbaus regionaler Ökosysteme (z. B. über Europäische Innovationspartnerschaften – EIP), die vor allem kleine und mittelständische Unternehmen bei der Digitalisierung und Internationalisierung unterstützen sollen. Zudem wird aktiv dafür geworben, gezielt Fördermittel der Europäischen Investitionsbank und des Europäischen Investitionsfonds dafür einzusetzen, was insbesondere die aktuelle „Investitionsoffensive“, der sogenannte Juncker-Plan, betont (Buhr 2016).

Die EU versucht darüber hinaus, mithilfe einer Arbeitsgruppe und der Industrieinitiative EFFRA die Kooperation zwischen nationalen Forschungsinitiativen im Feld „Digital Manufacturing“ zu unterstützen (Ittermann et al. 2015). Im Bereich der europäischen Forschungsförderung ist das Thema Industrie 4.0 in die „transnationale Produktionsforschung in Europa“ (ERANET-MANUNET) eingebettet sowie im Benchmark-Projekt INBENZHAP<sup>2</sup>. Zudem finden sich innerhalb von Horizon 2020 verschiedene Förderlinien, die das Thema betreffen. Besonders für solche Länder, deren Forschungsbudgets in den vergangenen Jahren durch die Krisenbewältigung sowie die strenge Austeritätspolitik unter Druck geraten sind, stellt die Forschungsförderung durch die EU inzwischen meist die wichtigste Finanzierungsquelle dar.

Die Zuständigkeiten innerhalb der Innovationspolitik für die Industrie 4.0 sind nicht nur zwischen Europäischer Union und den einzelnen Mitgliedstaaten, sondern ebenso innerhalb der Ebenen auf verschiedene Generaldirektionen und Ministerien verteilt, was die effiziente Koordination dieses Querschnitt-Politikfelds deutlich erschwert (Buhr 2010; 2015). Das ist auch wenig überraschend in einem Mehrebenensystem. Diese entstehen durch Aufteilung von Kompetenzen auf territorial abgegrenzte Organisationen, wenn zwar die Zuständigkeiten nach Ebenen aufgeteilt sind, die Aufgaben aber interdependent und die verschiedenen Institutionensysteme entsprechend verflochten sind. Auf die Innovationspolitik übertragen heißt das, dass wir zwischen den zentralen Akteuren mitunter sehr unterschiedliche Logiken vorfinden. Als Begründung für staatliches Engagement auf nationaler Ebene wird meist die (internationale) Wettbewerbsfähigkeit genannt. So soll durch öffentliche Investitionen sowohl in die wissenschaftlich-technologische Infrastruktur als auch in die Forschung und Entwicklung in Bereichen sogenannter Schlüsseltechnologien, durch Koordination relevanter privater und öffentlicher Akteure und durch Verbessern der Rahmenbedingungen ein positives Klima für Innovationen geschaffen werden. Es steht aber auch gleichzeitig fest, dass nicht alle Regionen in Hochtechnologie-Cluster umgewandelt werden können. Dadurch kommt gerade der supranationalen, europäischen Ebene noch eine weitere Rolle zu: Neben der Förderung des Wettbewerbs muss sie ebenso für einen Ausgleich sorgen. Das unterscheidet sie von vielen

Abbildung 6  
Geschätzte Investitionen in die Digitalisierung der europäischen Industrie

2016/2020	EU (fortlaufend bzw. geplant)	Mitgliedstaaten	Industrie
<b>Digital Innovation Hubs</b>	500 Mio. EUR (aus Horizon 2020)	5 Mrd. EUR (ESIF, regionale Haushalte)	rund 17 Mrd. EUR
<b>Public-Private-Partnerships</b>	rund 4 Mrd. EUR (aus Horizon 2020)	fast 1 Mrd. EUR (Beitrag für die Electronic Components and Systems for European Leadership (ECSEL) Partnership)	
<b>Nationale Politiken/ Digitalisierungsstrategien</b>		15 Mrd. EUR (geplante nationale Programme zur Digitalisierung)	
<b>Important Project of Common European Interest (IPCEI) on Electronics* – planned</b>	300 Mio. EUR Beitrag für die Electronic Components and Systems for European Leadership (ECSEL) Partnership	1 Mrd. EUR von den Mitgliedstaaten (z. B. Frankreich, Deutschland, Niederlande, Italien und Großbritannien)	5 Mrd. EUR
<b>European Cloud Initiative</b>	rund 2 Mrd. EUR aus Horizon 2020 werden in die European Cloud Initiative investiert	4,7 Mrd. EUR zusätzliche Mittel aus privater und öffentlicher Hand für die europäische Dateninfrastruktur	

\* Wichtige Vorhaben von gemeinsamen europäischem Interesse im Bereich der Elektrotechnik – geplant

Quelle: Europäische Kommission 2016.

2 Vgl. das Projekt „Industrie 4.0 – Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung (INBENZHAP)“. Ziel des Forschungsvorhabens war es, Optionen für die Gestaltung der industriellen Produktion in Deutschland zu entwickeln und Themenbereiche aufzudecken, in denen Chancen für eine deutsche Vorreiterrolle bestehen (vgl. <http://www.acatech.de/?id=2352>).



anderen politischen Akteuren innerhalb der Innovationspolitik, vor allem jenen auf der subnationalen Ebene. Deren Bemühungen zielen in der Logik des CRA (Constructed Regional Advantage) auf das Ausnutzen von Wettbewerbsvorteilen oder, wie Asheim et al. (2011) schreiben: „CRA means turning comparative advantage into competitive advantage through an explicit policy push“ (Asheim et al. 2011: 1.133). Hier prallen regionale Strukturpolitik, die dem Wohlfahrtsstaatsprinzip verpflichtet und auf Ausgleich ausgerichtet ist, und eine an technischen Innovationen orientierte Innovationspolitik, die auf die Leitbranchen des jeweiligen nationalen Produktions- und Innovationssystems bezogen ist, direkt aufeinander (Rehfeld 2014).

### 3.6 ZWISCHENFAZIT: WETTBEWERB, KOHÄRENZ UND KOHÄSION

Daher befindet sich die europäische Innovationspolitik auch im Bereich der Industrie 4.0 im Spannungsfeld von Wettbewerb, Kohärenz und Kohäsion. Es ist zu vermuten, dass besonders jene Mitgliedstaaten, die hier bisher als Pioniere vorangeschritten sind (z. B. Deutschland, Schweden), ihr Augenmerk vornehmlich auf nationale Förderprogramme legen könnten und deshalb europäischen Maßnahmen eher skeptisch gegenüberstehen, während in anderen Mitgliedstaaten im Zeitalter der Austeritätspolitik meist nur noch mit europäischen Fördergeldern Innovationspolitik betrieben wird. Und dann womöglich auch eher im Sinne einer (durchaus relevanten) Forschungspolitik. Einerseits ist davon auszugehen, dass jene Pioniere, der Wettbewerbslogik folgend, wohl kaum ihr Engagement aufgrund der europäischen Förderpraxis reduzieren oder für die Teilnahme anderer Mitgliedstaaten öffnen werden. Andererseits erscheint es geboten, vor allem in den Bereichen Standardisierung und Normung sowie Datenschutz und Datensicherheit europaweit noch intensiver zusammenzuarbeiten. Daher wäre es sehr wohl ratsam, Systemlösungen in europäischen Netzwerken zu entwickeln, um dadurch auch weltweit eine noch stärkere Stellung einzunehmen.

Wettbewerb und die gezielte Förderung jener Standorte, die im Bereich der Industrie 4.0 bereits eine Führungsrolle eingenommen haben, konfliktieren dabei innerhalb der europäischen Innovationspolitik zwangsläufig mit dem Ziel der Kohäsion (Buhr 2016). So ist es der Europäischen Union nach wie vor nicht gelungen, die Lücke zwischen der unterschiedlichen innovativen Leistungsfähigkeit der Mitgliedstaaten signifikant zu schließen, wie das Innovation Union Scoreboard (European Commission 2017) belegt.

# 4

## DIE NATIONALE EBENE

Auf den ersten Blick erscheinen die nationalen Strategien zur Digitalisierung im Allgemeinen sowie speziell zu Industrie 4.0 nicht sonderlich kohärent. Die Ausgangssituation jedes EU-Mitgliedslands und die spezifischen Bedürfnisse vor Ort divergieren mitunter beträchtlich. Dabei gilt es festzuhalten, dass es in beinahe jedem Land der EU Ansätze zur Förderung von Industrie 4.0 gibt, wie die folgende Abbildung 7 verdeutlicht.

Ganz im Sinne David Ricardos (komparative Wettbewerbsvorteile), der Literatur zur Wettbewerbsfähigkeit (z. B. Asheim et al. 2011) oder der vergleichenden Kapitalismusforschung (z. B. Hall/Soskice 2001) haben sich hier entlang der jeweiligen Institutionengefüge (z. B. Normen, Regularien, Routinen) verschiedene Pfade entwickelt, wie mit den jeweiligen Herausforderungen (hier der Digitalisierung) umgegangen wird. Diese haben auch Auswirkungen auf die nationale (Innovations-)Politik. Dabei können wir zwischen sehr engem, direkten staatlichen Einfluss auf die Wirtschaft (z. B. als Eigentümer\_in, Finanzierer\_in etc.) und einem eher entfernterem Einfluss (z. B. als Regulator) unterscheiden (Hancké et al. 2007), auch was die Organisation (fragmentiert/strukturiert) und die Einbindung der Interessensverbände (stark/schwach) anbetrifft. Das scheint auch Folgen für die Ausgestaltung der Innovationspolitik zur Industrie 4.0 zu haben, die nun am Beispiel von Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Italien vorgestellt wird.

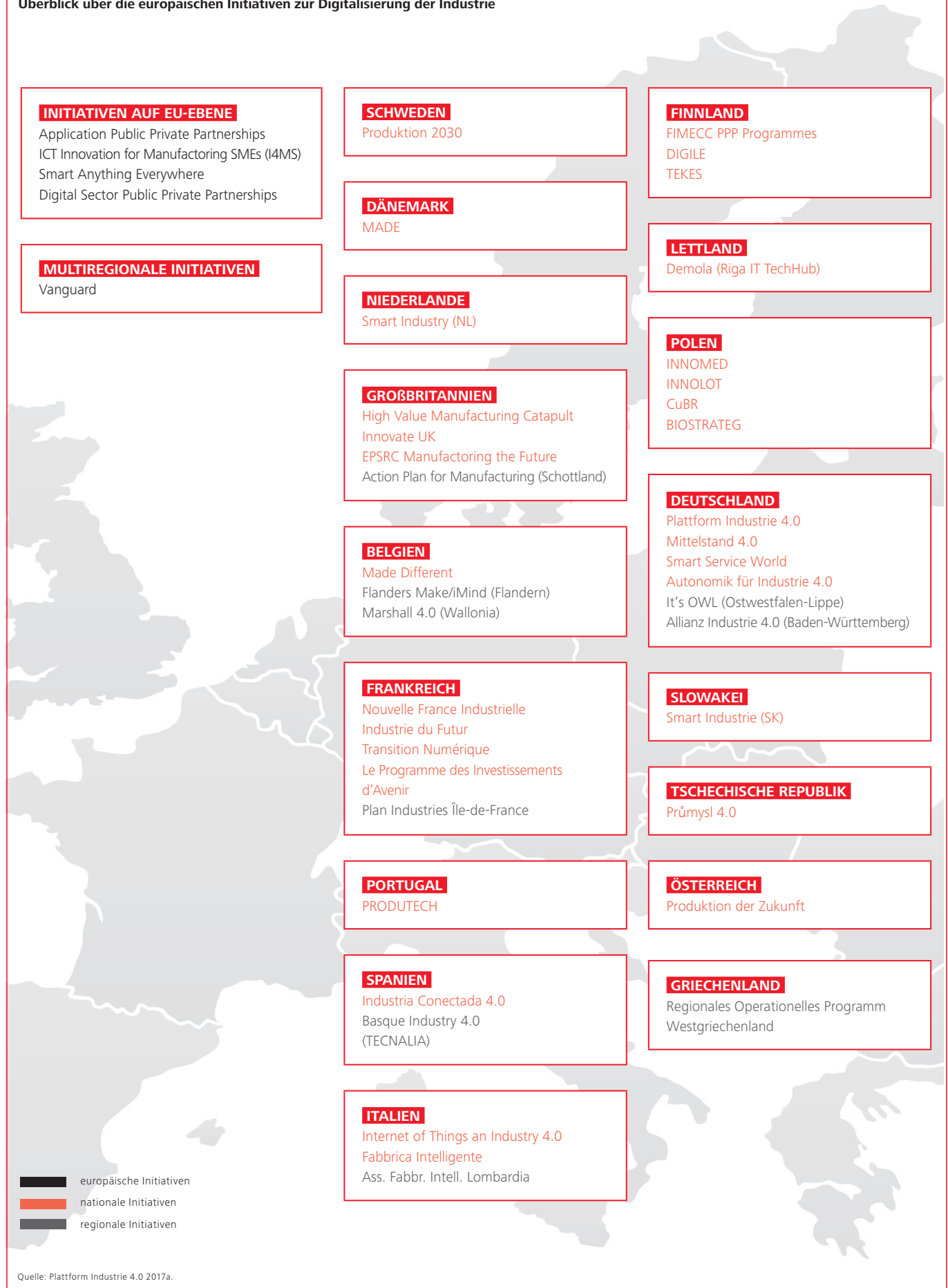
### 4.1 DIE NATIONALE EBENE – AM BEISPIEL DEUTSCHLANDS

Erst mit der Hightechinitiative legte die Bundesregierung im Jahr 2006 zum ersten Mal eine mittelfristige Strategie mit konkreten Zielvorgaben vor, die eine Innovationspolitik „aus einem Guss“ liefern sollte, welche auch im Nachfolgeprogramm, der Hightechstrategie 2020, sichtbar wird. In diesem ist auch die Industrie 4.0 als eines der Zukunftsprojekte genannt. Dieses zielt auf die langfristige Etablierung Deutschlands als Leitanbieter sowie Produktionsstandort digitaler Anlagen, Prozesse und Produkte (Ittermann et al. 2015). Im Zuge dessen hat die Bundesregierung eine Reihe von technologiezentrierten Forschungsprogrammen aufgelegt, um die „Technologieführerschaft“ der deutschen Industrie zu fördern: z. B. „Autonomik für die Industrie 4.0“

(40 Millionen Euro seitens des BMWi) oder diverse BMBF-Programme unter dem Titel „Industrie 4.0 – Innovationen für die Produktion von morgen“ (insgesamt rund 120 Millionen Euro Fördersumme). Ein weiterer Schwerpunkt der Industrie-4.0-Forschung des BMBF ist das Spitzencluster „Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe (it’s OWL)“, wo seit 2012 auf regionaler Ebene die Kooperation von (mittelständischen) Technologieführern und Forschungseinrichtungen zur Entwicklung einer neuen Technologieplattform gefördert wird. Umrahmt werden diese Initiativen von der „Digitalen Agenda 2014–2017“ der Bundesregierung. Sie adressiert als ressortübergreifende Strategie die verschiedenen Aspekte der Digitalisierung – vom Breitbandausbau über die Digitalisierung der Arbeitswelt bis hin zum Thema IT-Sicherheit und Industrie 4.0 (vgl. BMBF 2014; BMWi 2014). Zudem werden – vor allem durch die Bundesländer, z. B. Baden-Württemberg, Berlin, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz – vermehrt Modellfabriken, Kompetenzzentren und Unternehmensprojekte unterstützt, die bundesweit an der Weiterentwicklung der neuen Produktionstechnologien und deren betrieblichen Umsetzungen arbeiten.

Die Bundesregierung griff damit recht früh die rasante gesellschaftliche und technologische Entwicklung in diesem Bereich auf und legte Strukturen für die Zusammenarbeit zentraler Akteure des Innovationsgeschehens in Deutschland, wengleich zunächst mit einem starken Fokus auf die Technikentwicklung. Inzwischen ist eine Vielzahl dieser Initiativen, ganz dem Leitmarkt-Konzept und bewährten meso-korporatistischen Logiken folgend, in der sogenannten „Plattform Industrie 4.0“ gebündelt. Wirtschaftsministerium (BMWi) und Forschungsministerium (BMBF) steuern und leiten die Plattform gemeinsam mit hochrangigen Vertreter\_innen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gewerkschaften. In themenspezifischen Arbeitsgruppen sollen Expert\_innen operative Lösungsansätze in den Bereichen Standardisierung und Normung, Sicherheit vernetzter Systeme, rechtliche Rahmenbedingungen, Forschung und Arbeitsgestaltung erarbeiten. Der Lenkungskreis mit Unternehmensvertreter\_innen entwickelt eine Strategie zur technischen Umsetzung der Arbeitsgruppenergebnisse. Der Strategiekreis mit Vertreter\_innen aus Politik, Industrieverbänden, Wissenschaft, Gewerkschaften, Bundesressorts und Ländern hat die Aufgabe der politischen Steuerung und fungiert als Multiplikator in der

Abbildung 7  
**Überblick über die europäischen Initiativen zur Digitalisierung der Industrie**



Quelle: Plattform Industrie 4.0 2017a.

gesellschaftspolitischen Diskussion zu den Effekten von Industrie 4.0. Den Ausgangspunkt der Plattform bildet der durch die Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft des BMBF eingesetzte Arbeitskreis Industrie 4.0, der bereits im Oktober 2012 „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ präsentierte. Zunächst waren es die Verbände Bitkom, VDMA und ZVEI, welche die Aufforderung zur Fortführung und Weiterentwicklung des Projekts Industrie 4.0 aufgriffen. Sie schlossen im April 2013 eine Kooperationsvereinbarung, in Form einer ideellen thematischen Zusammenarbeit über Verbandsgrenzen hinweg die Plattform Industrie 4.0 zu betreiben. Im April 2015 wurde die Plattform Industrie 4.0 ausgebaut – weitere Akteure aus Unternehmen, Verbänden, Gewerkschaften, Wissenschaft und Politik kamen hinzu.<sup>3</sup>

## 4.2 DIE NATIONALE EBENE – AM BEISPIEL GROSSBRITANNIENS

Die Diskussion um Industrie 4.0 wird in Großbritannien (und auch in den USA) im Wesentlichen unter dem Schlagwort „Advanced Manufacturing“ diskutiert. Die britische Innovationsförderagentur Innovate UK (vormals Technology Strategy Board) stellte 2012 die „High Value Manufacturing (HVM) Strategy 2012 – 2015“ vor, in der unter anderem empfohlen wurde, die finanzielle Förderung für Technologieentwicklung in der verarbeitenden Industrie zu unterstützen und dies mit wachstumsintensiven Branchen wie z. B. Transport, Advanced Materials, Energie oder Biotech zu kombinieren. Aufgrund des relativen Bedeutungsverlustes der traditionellen verarbeitenden Industrie stellt die Fokussierung auf forschungs- und wachstumsintensive Industrien auch einen Förderschwerpunkt von Innovate UK für die Phase bis 2020 dar.

Ein zentraler Bestandteil hierbei war der Aufbau des „HVM Catapult Centers“. Das Catapult-Programm wurde von der britischen Regierung im Jahr 2010 angekündigt, um die Kluft zwischen angewandter Forschung und Kommerzialisierung zu schließen. Das Catapult-Programm dient dabei auch dazu, die Wirtschaft auszubalancieren, indem neben dem Dienstleistungssektor auch der Industriesektor gefördert wird. Catapult Center ähneln in ihrer Ausrichtung den Fraunhofer Instituten, indem sie marktnahe Forschung betreiben (typischerweise im Bereich der Technology Readiness Level 4\_6) und ihre finanziellen Ressourcen aus staatlicher Grundfinanzierung, privaten FuE-Aufträgen und britischen und europäischen Verbundforschungsprojekten beziehen.

Das HVM Catapult vereint sieben industriennahe Forschungszentren und bietet Unternehmen Zugang zu Forschungsanlagen, um qualitativ hochwertige Fertigungsprozesse zu skalieren und zu erproben. Langfristiges Ziel ist es, den Beitrag des verarbeitenden Sektors zur britischen Wirtschaft deutlich zu steigern. Auffallend ist, dass auf den ersten Blick die Digitalisierung der Industrie kaum eine Rolle spielt, sondern dass die Strategie eher darauf ausgerichtet ist, bestehende wettbewerbsfähige Industriezweige zu stärken bzw. zu erhalten.

Ein wesentlicher Bestandteil der Förderlandschaft in Großbritannien sind die sogenannten Research Councils. Im Bereich der Industrie ist das „Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)“ von großer Bedeutung, das den

Förderschwerpunkt „Manufacturing the Future“ betreut (EPSRC 2017). In der gegenwärtigen Förderperiode werden 470,51 Millionen britische Pfund über die Programmlinien ausgeschüttet. Großbritannien verfügt über international äußerst wettbewerbsfähige Fertigungsindustrien wie Luft- und Raumfahrt, Pharma, Elektronik und Photonik. Das EPSRC spielt eine wichtige Rolle bei der Unterstützung dieser Branchen und ermöglicht modernste Forschung und Ausbildung hoch qualifizierter Wissenschaftler\_innen, die britische Innovation in Produktionstechnologien unterstützen sollen. Die Forschungsförderung umfasst Grundlagenforschung in den Bereichen Simulation und Design, Produktion, Fertigung, Systeme und Dienstleistungen. Die Förderung geht bis zu dem Technologiestadium, ab dem Anwendungen von Unternehmen oder Agenturen wie Innovate UK und dem Catapult-Netzwerk weiterentwickelt werden können.

## 4.3 DIE NATIONALE EBENE – AM BEISPIEL FRANKREICHS

Die französische Industrie hatte in den vergangenen Jahren mit einer tief greifenden Wettbewerbskrise zu kämpfen. Um diese Entwicklung zu stoppen, hat der französische Zentralstaat im September 2013 das Programm „Das neue industrielle Frankreich“ (Nouvelle France Industrielle, NFI) ins Leben gerufen (Le gouvernement français 2013). Um mehrere relevante politische Akteure in dieses Programm einzubinden, wurde im Folgejahr die sogenannte „Allianz für die Industrie der Zukunft“ ausgerufen, ein Bündnis aus Unternehmen, ingenieurwissenschaftlichen Hochschulen, Fach- und Forschungsorganisationen sowie dem nationalen Industrierat (CNI). Gemeinsam sollen sie an Projekten und systemischen Lösungen zur Umgestaltung des französischen Industriemodells durch Digitalisierung arbeiten. NFI gliedert sich in fünf Säulen:

- Entwicklung von Zukunftstechnologien;
- Unterstützung der Unternehmen in der Übergangsphase;
- Schulung der Beschäftigten;
- Öffentlichkeitsarbeit;
- Vertiefung der europäischen und weltweiten Zusammenarbeit.

Von 2013 bis Ende 2015 wurden rund 1,9 Milliarden Euro an öffentlichen Geldern ausgeschüttet (Le gouvernement français 2013), vorrangig im Rahmen des Förderschwerpunktes für die Entwicklung von Zukunftstechnologien. Dieser gliedert sich in sieben Handlungsfelder:

- Digitalisierung, Virtualisierung und das Internet der Dinge;
- der Mensch in der Produktionsanlage, Robotik und erweiterter Realität (Augmented Reality);
- additive Fertigung (3-D-Druck);
- Überwachung und Steuerung;
- Verbundwerkstoffe, neue Materialien und Montage;
- Automatik und Robotik;
- Energieeffizienz.

Neben der Entwicklung von Zukunftstechnologien ist auch die zweite Säule („Unterstützung der Unternehmen in der Übergangsphase“) interessant und auch bezeichnend für das französische System des regionalen Ausgleichs. Hier werden

<sup>3</sup> Vgl. Plattform Industrie 4.0 unter <http://www.plattform-i40.de> (16.7.2016).

KMU bei Modernisierungs- und Umbauprozessen individuell unterstützt. Alle Regionen verfügen mittlerweile über Förderprogramme, die eine von Expert\_innen vorgenommene Bewertung des Geschäftsmodells und mögliche Neuausrichtung hinsichtlich der Digitalisierung ermöglicht. Hierfür stehen bis zu 719 Millionen Euro zur Verfügung (Le gouvernement français 2013).

Französische Unternehmen haben grundsätzlich einen guten Zugang zu IKT, aber sie nutzen diese nur in einem begrenzten Ausmaß. Ende 2013 verfügten 99 Prozent von ihnen über einen Breitbandanschluss, aber nur 64 Prozent von ihnen hatten eine Website (95 Prozent in Schweden, 74 Prozent in der EU28), und nur 25 Prozent von ihnen verkauften Waren und Dienstleistungen auf elektronischem Weg (gegenüber 51 Prozent in Großbritannien, 38 Prozent in der EU28) (DGE 2015).

Das von der Regierung im Jahr 2012 aufgelegte Programm „Digitale Transition“ (Le Programme Transition Numérique) (République Française/DGE 2012) zielt darauf ab, KMU sowohl bei der Aneignung von digitalen Anwendungen als auch bei der Integration dieser Technologien in die Produktion zu unterstützen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Gefördert wird der Einsatz von Berater\_innen (Conseillers au Numérique), die KMU über Best Practices beim Einsatz digitaler Technologien informieren können. Die Vermittlung geschieht über die regionalen Industrie- und Handelskammern, Tourismusbüros oder Handwerkskammern.

#### 4.4 DIE NATIONALE EBENE – AM BEISPIEL ITALIENS

Italiens verarbeitende Industrie ist zu einem überwiegenden Teil im Norden des Landes angesiedelt, was hinsichtlich der industriellen Wettbewerbsfähigkeit zu großen regionalen Unterschieden im Vergleich zum Süden führt. Die regionalen Unterschiede werden darüber hinaus auch noch dadurch verstärkt, dass der Breitbandausbau sich vornehmlich auf den Norden konzentrierte und dass die investitionsfreudigen Großunternehmen eher in den nördlichen Regionen zu finden sind. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die bedeutsamsten Initiativen des Privatsektors bezüglich Industrie 4.0 aus den nördlichen Regionen wie der Lombardei kommen (siehe hierzu etwa die „Lombardy Intelligent Factory Association“)<sup>4</sup>.

Vor dem Hintergrund, dass es nur wenige IKT-relevante Großunternehmen gibt und dass die italienische Industriestruktur vorrangig von KMU geprägt ist, wurde seitens des Ministeriums für wirtschaftliche Entwicklung im September 2016 eine Strategie zur Koordinierung der Industrie-4.0-Förderung vorgelegt. Ähnlich der deutschen Plattform Industrie 4.0 soll ein Multi-Stakeholder-Forum bestehend aus Vertreter\_innen der einschlägigen Ministerien, führender Universitäten, Forschungszentren, Wirtschaftsverbänden und Gewerkschaften den Transformationsprozess anstoßen und begleiten. Die politisch-strategischen Grundzüge werden in einem „Nationalen Plan Industrie 4.0 2017–2020“ dargelegt („Piano nazionale Industria 4.0 2017–2020“) (Ministero dello sviluppo economico 2017). Der nationale Plan besteht aus vier strategischen Leitlinien:

- Investitionen für Innovationen: Stimulierung privater Investitionen in die Einführung von Technologien, Industrie 4.0 und Erhöhung der Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Innovation;
- Verbesserung der Infrastruktur: Bereitstellung einer ausreichenden Netzinfrastruktur, Gewährleistung der Datensicherheit und des Datenschutzes, die Zusammenarbeit bei der Festlegung internationaler Standards für die Interoperabilität;
- Kompetenzen und Forschung: Kompetenzaufbau durch Schulungen und Ausbau der Forschungsförderung;
- Awareness und Governance: Erweiterung der Kenntnisse über das Potenzial und die Anwendbarkeit von Industrie-4.0-Technologien und Sicherstellung, dass die gesteckten Ziele mithilfe einer Private-Public-Governance erreicht werden.

Im Vergleich zu Deutschland ist im Rahmen der Investitionsförderung vor allem die Förderung über steuerliche Anreize und zusätzliche Abschreibungsmöglichkeiten interessant. Für Unternehmen wird die Möglichkeit geschaffen, bei Investitionen in Industrie 4.0 relevante Technologien<sup>5</sup> einen gesteigerten Abschreibungsmechanismus zu nutzen (Kaufwert gesteigert um + 250 Prozent). Darüber hinaus werden die Möglichkeiten der Steuergutschriften für Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsausgaben gestärkt (Erhöhung der Gutschrift für intramurale Ausgaben von 25 auf 50 Prozent, Ausweitung des Höchstbetrags von 5 Millionen Euro auf 20 Millionen Euro). Ähnliche Anreizstrukturen sind auch speziell für innovative Start-ups angedacht, um die Finanzierungsschwierigkeiten in der Gründungsphase abzufedern (Ministero dello sviluppo economico o. J.).

#### 4.5 ZWISCHENFAZIT: FEHLENDE GEMEINSAME VISION

In den vier untersuchten Ländern zeigen sich unterschiedliche strategische Ausrichtungen bezüglich Industrie 4.0 sowie der jeweiligen staatlichen Innovationspolitik. In Großbritannien wird das Thema vor allem unter dem Aspekt der Reindustrialisierung gesehen. Die Innovationspolitik wird dort zentral von London aus gestaltet, was in großem Unterschied etwa zu Italien steht, wo die regionale Ebene eine herausgehobene Bedeutung angesichts der großen Entwicklungsunterschiede zwischen Nord- und Süditalien besitzt. Frankreich setzt bei der Umsetzung der nationalen Entwicklungsstrategie stärker als alle anderen Länder auf eine europäische Lösung und sucht dabei den direkten Austausch mit Deutschland.

Italiens Innovationssystem ist gekennzeichnet durch geringe F&E-Ausgaben des Privatsektors und die Notwendigkeit, die Innovationsleistung zu steigern. Die mangelnde Interaktion zwischen Universitäten und Unternehmen ist eine zentrale Herausforderung für die staatliche Innovationspolitik. Hinzu kommen die anhaltenden, strukturellen Probleme des italienischen Innovationssystems hinsichtlich der tiefen regionalen Ungleichheiten, die auch die breitere wirtschaftliche und soziale Struktur betreffen. Zum einen bilden die weltweit exportierenden KMU in Norditalien das Rückgrat der italienischen Wirtschaft.

<sup>5</sup> Fortschrittliche Fertigungslösungen (z. B. Roboter); additive Herstellung; Augmented Reality; Simulation; horizontale und vertikale Integration; Industrie-Internet; Cloud; Cybersicherheit und Big Data.

<sup>4</sup> Vgl. <http://www.afil.it/en/>.

Zum anderen geben sie dadurch auch den Pfad für die nationalen Entwicklungen im Bereich der Industrie 4.0 vor – und verschärfen die Disparitäten zwischen dem Norden und Süden des Landes. Dementsprechend werden die Industrie 4.0 und angewandte Forschung im Allgemeinen vor allem von regionalen Industrieverbänden vorangetrieben. Kompetenzen für die Umsetzung von Industrie-4.0-Lösungen sind durch Fortschritte im Bereich der Automatisierung und durch hohe Spezialisierung vorhanden. Die italienische Regierung hat ab 2015 eine Reihe von Maßnahmen vorgelegt, um diesen Herausforderungen Rechnung zu tragen. Eine abschließende Einschätzung über den Erfolg ist noch nicht möglich.

Das britische Forschungssystem hingegen ist weitgehend zentralisiert, obwohl die regionale Autonomie in der Innovationspolitik in den letzten Jahren gestiegen ist. Der Großteil der Forschungsförderung in ganz Großbritannien kommt über die Forschungsräte (Research Councils), die eine landesweite Aufgabe haben. Die zentralen Herausforderungen für das britische Innovationssystem sind derzeit die Erhöhung der öffentlichen und privaten Investitionen in FuE, die Kommerzialisierung von öffentlichen FuE-Ergebnissen, die Unterstützung von Start-ups und Scale-ups sowie die Gewährleistung von ausreichend gut ausgebildeten Arbeitskräften. Großbritannien hat eine umfassende Reindustrialisierungsstrategie vorgelegt. Es besteht ein großer technologischer Aufholbedarf aufgrund von Jahrzehnte langer Vernachlässigung des verarbeitenden Gewerbes. So besitzt das produzierende Gewerbe im Vergleich zur Finanzwirtschaft nur eine geringe Bedeutung. Nun wird versucht, durch den Einbezug der Digitalökonomie auch den industriellen Sektor zu stärken. So wird die starke Start-up-Szene in London langsam durch eine technologieintensive verarbeitende Industrie ergänzt, dabei wird vor allem auf radikale Innovationen gesetzt.

Auch in Frankreich hat die Bedeutung der Industrie in den letzten Jahrzehnten abgenommen (Deindustrialisierung). Die Regierung versucht mithilfe der Strategie „Nouvelle France“ den Rückgang der französischen Fertigungsindustrie aufzuhalten. Die Industrie soll darin unterstützt werden, ihre Produktion an neue Paradigmen wie Cloud-Computing anzupassen. Frankreich hat eine Vielzahl von politischen Instrumenten und öffentlichen Organisationen zur Förderung von Innovation eingeführt. Allerdings scheint es ein Missverhältnis zwischen der Anzahl und den Kosten der Instrumente und deren tatsächlichen Ergebnissen zu geben. Trotz einiger Reformen ist das Gesamtsystem noch übermäßig komplex und bedarf einer Vereinfachung. Die französische Forschungslandschaft wird traditionell von großen öffentlichen Forschungseinrichtungen dominiert. Deren Leistung wird zunehmend als ein hemmender Faktor betrachtet, da die Reformen zur Erhöhung der Qualität nur eine begrenzte Auswirkung auf die wissenschaftliche Leistung hatten.

Die eben angeführten Unterschiede spiegeln auch den Ansatz der Europäischen Kommission wider, nach dem es den Mitgliedsstaaten weitestgehend überlassen ist, geeignete Förderprogramme und Strategien zur Umsetzung von Industrie-4.0-Lösungen oder allgemeiner zur Steigerung der heimischen Wettbewerbsfähigkeit zu gestalten. Die Kommission verfügt weder über ein Steuerungsinstrument zur Angleichung der nationalen Anstrengungen noch strebt sie an, ein solches zu haben. Dies zeigt zweierlei recht deutlich: Einerseits ist es positiv zu bewerten, dass seitens der Kommission Bottom-up-Lösungen präferiert

werden und kein (wie auch immer gearteter) EU-weiter Entwicklungsplan Industrie 4.0 vorgelegt wird. Gleichzeitig zeigt es aber auch die mangelnde Steuerungsfähigkeit, die Brüssel in der Innovationspolitik besitzt. Als komplexes Politikfeld ist Innovationspolitik mit all seinen Facetten von der Wettbewerbspolitik (wo die Kommission großes Mitspracherecht hat) bis hin zur Bildungspolitik (wo sie kein Mitspracherecht hat) nur schwer zu steuern.

Es lässt sich zudem festhalten, dass es mit dem derzeitigen Instrumentarium der Kommission nur schwer möglich sein wird, gleiche Voraussetzungen für die Umsetzung von Industrie 4.0 in entwickelten und weniger entwickelten EU-Mitgliedstaaten herzustellen. Mit einer Politik, die vorrangig auf Austerität ausgerichtet ist, und ohne massive Hilfe von außen, wird es gerade für ärmere Mitgliedstaaten schwierig, diese Voraussetzungen (Investitionen in digitale Infrastruktur, Bildung und Ausbildung, Modernisierung des Sozialstaats etc.) zu schaffen. Wenn die EU ein Projekt internationaler Solidarität sowie gemeinsamen wirtschaftlichen und sozialen Fortschritts sein soll, dürfen die Vorteile der Digitalisierung nicht auf eine Handvoll Regionen oder Nationalstaaten beschränkt bleiben, sondern müssen systematisch und EU-weit gefördert werden (Alaja et al. 2016).

Nachzeitigem Stand scheint es in Europa keine allgemein anerkannte Vision zum Thema Industrie 4.0 zu geben. Während das Potenzial in vielen (von Unternehmensberatungen vorgelegten) Studien hervorgehoben wird, so sind Anspruch und Wirklichkeit momentan noch weit auseinander. Sollte es der Kommission nicht bald gelingen, eine Vision und eine Strategie zur Unterstützung der ärmeren Mitgliedstaaten vorzulegen, so droht angesichts der erwarteten massiven Produktivitätsgewinne in den reicheren Mitgliedstaaten ein weiteres Auseinanderdriften des wirtschaftlichen Gefälles.

## 5

# ANALYSE UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Es lässt sich festhalten, dass der europäischen Ebene im Bereich der Industrie 4.0 sehr wohl eine wichtige Rolle zukommt. Allerdings werden auch die Grenzen der EU-Politik deutlich. Angesichts der Tatsache, dass die Förderung von Industrie 4.0 eine Querschnittsaufgabe ist, sind notwendigerweise mehrere Generaldirektionen beteiligt. Diese Fragmentierung wird durch das Mehrebenensystem der EU noch verstärkt, was die vertikale wie horizontale Koordination enorm erschwert.

So ist die EU – trotz der vielfältigen Förderungen vor allem im Rahmen der Forschungspolitik über Horizon 2020 – nur bedingt in der Lage, ein ganzheitliches Konzept für die Förderung von Industrie 4.0 vorzulegen. Dadurch werden große innovationspolitische Chancen vertan. Hier fällt auf, dass trotz aller Rhetorik die Innovationspolitik nicht die gleiche Priorisierung genießt wie beispielsweise die Energiepolitik. Denn auch in der neuformierten Juncker-Kommission wurde kein Projektteam unter Leitung eines Vize-Präsidenten gebildet, das sich konzentriert und koordiniert um Innovation kümmert. Die Zuständigkeit für „Innovation“ bleibt vornehmlich dem Forschungskommissar (Carlos Moedas) überlassen (Reillon 2016), der jedoch erstaunlicherweise in den Projektteams zu „Jobs, Growth, Investment and Competitiveness“ (VP Jyrki Katainen) sowie zu „Digital Single Market“ (VP Andrus Ansip) nur den Status eines assoziierten Mitglieds besitzt. Die übergeordnete Koordination bleibt also eher unklar, wenngleich Kommissar Moedas zumindest im Juni 2015 die Nachfolge-Agenda zur Innovationsunion präsentiert hat. Neben eher symbolischen Handlungen – so wurde die zuständige Abteilung in der DG Research and Innovation in „Open Innovation“ umbenannt – finden sich hier beispielsweise auch Vorschläge zu einem „European Innovation Council“. Kommissar Moedas hat hierzu eine offene Debatte angestoßen, und die öffentlichen Konsultationen wurden 2016 abgeschlossen. Derzeit befindet man sich im politischen Aushandlungsprozess, ob und wenn ja wie das EIC eingerichtet wird. Fest steht, dass es disruptive Innovationen fördern und den Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten (vor allem Wagniskapital) erleichtern soll.

Eine solche Koordinierungsinstanz wäre hilfreich, um zum einen die horizontale Abstimmung über mehrere Generaldirektionen hinweg zu verbessern und zum anderen die vertikale Koordination (zum Beispiel über die Regionalpolitik) voranzutreiben. Hier gilt es künftig auf europäischer Ebene einiges

zu regeln: Fragen von Datenschutz und Datensicherheit, von Datenverfügbarkeit und Dateninteroperabilität sind ebenso zu klären wie Fragen der Arbeitsorganisation und Qualifizierung – und wie sich neue Dienstleistungen und erfolgreiche Geschäftsmodelle entwickeln lassen.

Ein vielversprechender Ansatz erscheint die Förderung von großen Reallaboren und Pilotprojekten, um konkrete Fragen im laufenden Betrieb und durch „learning by using“ zu entwickeln und neue Dienstleistungskonzepte auf ihre Machbarkeit und Akzeptanz hin zu testen. Das ist auch für die Förderung von sozialen Innovationen wichtig. Zudem wäre die EU vor allem bei der Setzung von allgemein anerkannten Standards und deren Rechtsetzung gefragt. Im Moment sind jedoch weder die EU noch Bund oder die Länder in der Lage, ein ganzheitliches Konzept für die Förderung von Industrie 4.0 vorzulegen, geschweige denn die unterschiedlichen Maßnahmen entsprechend zu koordinieren. Viele Initiativen laufen parallel und mitunter in Konkurrenz zueinander ab. Ein Versuch, dies zu ändern, stellt die deutsche Initiative „Plattform Industrie 4.0“ dar. Allerdings muss sich deren Erfolg – z. B. das Entwickeln gemeinsamer Geschäftsmodelle, Plattformen und technischer Standards, aber auch der bessere Einbezug der Beschäftigten sowie der Nutzer\_innen in den Innovationsprozess – erst noch beweisen.

## 5.1 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN: MEHR INNOVATION, MEHR EUROPA, MEHR KOORDINATION

### 5.1.1 MEHR (SOZIALE) INNOVATION

Auch – und gerade – in Zeiten von Brexit und Migration, Finanzkrise, Austeritätspolitik und dem Erstarren von nationalistischen und populistischen Kräften in vielen Teilen Europas sind Innovationen von entscheidender Bedeutung. Ökonomisch, gesellschaftlich, sozial – die großen Herausforderungen der Zukunft werden wir ohne technische und soziale Innovationen nicht bewältigen. Hier liegen auch die großen Chancen der Industrie 4.0: Künftig könnten industrielle Prozesse günstiger, ressourcenschonender und effizienter ablaufen. Zudem bietet Industrie 4.0

enormes Potenzial für neue Produkte, Dienstleistungen und Lösungen, die den Alltag der Menschen bereichern könnten. Die digitale Vernetzung erlaubt zudem den direkten Einbezug von Kundenwünschen und Ideen der Beschäftigten sowie die kostengünstige Individualisierung von Produkten und Dienstleistungen.

Der Mensch, seine Bedürfnisse und seine Umwelt sind der Ausgangspunkt einer erfolgreichen Innovation. Und die fußt eben nicht immer allein auf einer neuen technischen Entwicklung. Technische Innovationen stimulieren soziale Innovationen – und andersherum. Eben weil sich neue Organisationsformen finden und sich neue soziale Praktiken routinisieren, bilden sich neue Technologien und Techniken. So verzahnen sich technische mit sozialen Innovationen gerade im Bereich der Digitalisierung: Web 2.0, E-Commerce oder sogenannte Prosumer\_innen, die bei der Produktentwicklung partizipieren, sind nur einige Belege dafür. Diese Entwicklungen gilt es auch in der Industrie 4.0 stärker zu berücksichtigen (Buhr 2015).

Daher sollten die Europäische Union sowie ihre einzelnen Mitgliedstaaten die Digitalisierung zur Modernisierung ihres Wohlfahrtsstaates nutzen (Buhr et al. 2016). In diesem Zusammenhang ist auch eine engere Verzahnung der Innovations- mit der Sozialpolitik anzustreben: Was kann beispielsweise die Digitalisierung leisten, um inklusives Wachstum zu erzielen? So könnte nicht zuletzt die Arbeitswelt humaner gestaltet werden. Gerade der letzte Punkt zeigt, dass dafür aber sehr wohl staatliches Handeln geboten ist (siehe Weißbuch Arbeit 4.0 des BMAS), auch auf europäischer Ebene gehört die Innovationspolitik nach oben auf die Agenda. Innovationspolitik ist mehr als reine Industriepolitik. Daher ließen sich künftig ESF-, Kohäsionsfonds- und EFSI-Mittel intensiver für Digitalisierung und Innovationsprojekte nutzen. Dann stärkt die Innovationspolitik zum einen den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort und hat zum anderen auch den gesellschaftlichen, den sozialen Fortschritt im Blick.

### 5.1.2 MEHR EUROPA

Die Europäische Kommission sollte sich ihrer Wichtigkeit bewusst werden und auch jenseits des „Digital Single Markets“ in der Innovationspolitik aktiv eine Treiberrolle einnehmen. Auch beim Thema Datenschutz und Datensicherheit (z. B. „europäische Cloud-Infrastrukturen“, digitaler Binnenmarkt oder europäischer Rechtsrahmen) sowie der Stärkung des Wissenschaftsstandorts. Hier fällt auf, dass zum Beispiel Horizon 2020 stärker als bisherige Forschungsrahmenprogramme auf die wirtschaftlichen Akteure abzielt. Das ist auf den ersten Blick zu begrüßen. Denn Wissen entsteht häufig als praktisches Wissen, durch „learning by doing“ und „learning by using“. Menschen sind Träger dieses Wissens und Treiber von Innovationen, dadurch rücken Ausbildung, Weiterbildung und Qualifikation in den Vordergrund. Das macht die Grundlagenforschung aber nicht obsolet. Im Gegenteil: Gerade jene Staaten, die im Innovationsfähigkeitsindex führen (Schweden, Dänemark, Finnland), zeichnen sich durch ein sehr gutes und breites (öffentliches) Wissenschaftssystem aus.

Dieses gilt es künftig noch stärker zu fördern: die (internationale) Mobilität von Wissenschaftler\_innen und Erfinder\_innen und den personellen Austausch von Wissenschaft und Wirtschaft sowie Offenheit, vernetztes Denken und Kreativität (Buhr 2015).

Wenn wir das Kohäsionsziel ernst nehmen wollen, muss es der EU gelingen, eine ausgewogene Förderung zu gewährleisten, damit auch die kleineren Staaten mithalten können. Der Ausgleich von Spitzenforschung einerseits (etwa über die FET-Programme) und regionaler Anwendbarkeit ist dabei eine zentrale Herausforderung.

Der große Mehrwert der EU-Förderung ergibt sich letztlich aus der Tatsache, dass durch sie Forschungsaktivitäten gefördert werden, die einzelne Unternehmen oder Mitgliedstaaten nicht alleine durchführen würden. Die oben erwähnten Plattformen und PPPs dienen vor allem zum Informations- und Erfahrungsaustausch. Evaluationen zur Wirkungsweise und Zielerreichung liegen aber derzeit nur begrenzt vor – auch dies sollte sich schnell ändern.

Das Tempo der Digitalisierung haben in den vergangenen Jahren vor allem einige wenige Unternehmen aus dem Silicon Valley bestimmt, die auch weltweit die Börsen dominieren. Deren Geschäftsmodelle sind mitunter disruptiv, häufig aber eben eher inkremental: Ihr Umsatz gründet sich auf Anzeigen-erlösen. So hat auch Europa einiges zu bieten. Es ist nach wie vor ein starker Industriestandort mit entwickelten Wohlfahrtsstaaten und ein großer Markt. Hier leben fast 800 Millionen Menschen – allein die 28 Mitgliedstaaten der Europäischen Union umfassen eine halbe Milliarde Einwohner\_innen. Zudem unterhält Europa gute Beziehungen zu anderen großen Industriestandorten wie Südkorea, Japan und China, die es künftig (auch im Sinne der Standardisierung und Normung) zu intensivieren gilt.

Aus der Analyse bestehender Studien sowie eigener Beobachtungen, aber nicht zuletzt aufgrund der nahezu übereinstimmenden Aussagen aller geführten Interviews lässt sich deutlich ableiten, dass es derzeit vor allem an einer strategischen Ausrichtung der europäischen Innovationspolitik fehlt. Eine Missionsorientierung nach dem Vorbild der amerikanischen Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) oder im Sinne des „Entrepreneurial State“ (Mazzucato 2015) ist nicht zu erkennen. Zudem lässt die Fokussierung auf die Förderung reiner Technologieentwicklung darauf schließen, dass wichtige Aspekte wie die Kompetenzentwicklung (Bildung und Ausbildung) und die Entwicklung von Geschäftsmodellen noch erheblichen Förderbedarf haben. Daher erscheint es ratsam, die europäische Innovationspolitik künftig noch stärker an den gesellschaftlichen Herausforderungen auszurichten und dabei auch die gesellschaftlichen Akteure eng in die Innovationsprozesse einzubinden (Quadruple-Helix-Systeme). Diesbezüglich kann die EU eine bedeutsame Rolle innehaben, um Einzelmaßnahmen der Mitgliedstaaten zu einem großen Ganzen zusammenzuführen.

### 5.1.3 MEHR KOORDINATION

Hieraus ergibt sich auch eine zentrale Fragestellung für die künftige Ausrichtung der europäischen Innovationspolitik: Ist es überhaupt möglich, eine große, gemeinsame Strategie zu entwickeln? Angesichts der departmentalen Struktur der Europäischen Kommission ist (und bleibt) die Politikkoordinierung als zentrales Thema auf der Agenda. Sie ist auch für die (Weiter-)Entwicklung der Industrie 4.0 von großer Bedeutung. Fragen der Datenverfügbarkeit, -interoperabilität und des Datenschutzes sind ebenso zu klären wie die Förderung von Pilotprojekten, wichtige Bildungsfragen und das Fördern spezifischer Kompetenzen und Fähigkeiten der Bevölkerung. Vor allem bei



der Formulierung allgemein anerkannter Standards und der Rechtsetzung muss die EU tätig werden, da nur sie einen für gesamt Europa gültigen Rahmen setzen kann.

Die wirtschaftliche Integration bleibt eine der wesentlichen Stärken Europas. Daran lässt sich anknüpfen – vor allem an die Größe des Marktes. Eigentlich ein enormer Vorteil, wenn es um Normen und Standards geht. Doch häufig werden diese Chancen nicht genutzt – die Akteure folgen noch zu oft ihren kurzfristigen, nationalen Interessen. Zudem lassen viele EU-Richtlinien nach wie vor einen erheblichen nationalen Ermessensspielraum zu (Enderlein/Pisani-Ferry 2014: 41 f.). Das führt zu Fragmentierung und viel Klein-Klein. Gemeinsame Standards, Normen und Regeln könnten einen wichtigen Beitrag zu mehr positiver Integration und Kohäsion leisten. Und damit auch zu mehr Wachstum und sozialem Fortschritt.

Hinsichtlich der Koordinierung besteht ein klarer europäischer Mehrwert darin, dass es auf europäischer Ebene gelingen kann, die internationalen industriellen Dachverbände besser miteinander zu vernetzen. Dies würde nicht nur eine Möglichkeit darstellen, Insellösungen vorzubeugen, sondern vor allem auch den Einfluss mächtiger Partikularinteressen, die sich eigenes Lobbying leisten können, einzudämmen. Dies ist ein großer Vorteil korporatistischer Organisationsformen und sollte von der EU weiterhin genutzt und gefördert werden. Verbände könnten über Foren eingebunden werden, deren Größe weit unterhalb der derzeitigen großen PPPs ist und eine leichtere bzw. deutlich effizientere Absprache ermöglicht.

Die EU sollte in den kommenden Forschungsrahmenprogrammen ab 2020 auch eine Weiterentwicklung der Referenzarchitekturen vorantreiben. Ein gutes Beispiel für eine existierende Architektur ist etwa das „Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0“ (RAMI 4.0), das aus der Plattform Industrie 4.0 heraus vorgeschlagen wurde. RAMI 4.0 liefert eine einheitliche Begriffs- und Methodenstruktur und erleichtert dadurch die Standardisierung. Letztlich kann daraus eine gemeinsame „Sprache“ für die Industrie 4.0 entstehen, wenn die Zusammenarbeit über Sektor- und Branchengrenzen gelingt (Plattform Industrie 4.0 2017b). In diesem Bereich ist eine stärkere europäische Zusammenarbeit unabdingbar, um kleinteilige Standardisierung effektiv zu vermeiden. Dies könnte die Europäische Kommission beispielsweise weiterhin prioritär fördern.

Im Sinne einer missionsorientierten Förderung würden wir empfehlen, den kommenden Arbeitsprogrammen der Generaldirektion Forschung und Innovation einen deutlich systemischeren Blick auf Industrie 4.0 zu verleihen. Dies sollte auch eine Neuauflage der Ausschreibung einer „Knowledge and Innovation Community (KIC) Advanced Manufacturing“ beinhalten. Die Nichtberücksichtigung des Konsortiums in der 2016 durchgeführten Ausschreibung ändert nichts an der Tatsache, dass ein KIC in diesem Bereich ein wichtiges Instrument darstellt, um Akteure aus dem Wissensdreieck Bildung, Wissenschaft und Wirtschaft zusammenzubringen, die dieses Wissen dann auch leichter in einer regionalen Quadruple-Helix-Struktur unter Einbezug gesellschaftlicher Akteure weitertragen können (Diffusion).

Gleichzeitig sollten die kommenden Arbeitsprogramme sich verstärkt dem Innovationsaspekt widmen. Denkbar ist in diesem Zusammenhang etwas wie „Verbundforschung plus“, also das Fortbestehen bewährter Grundsätze der internationalen und interdisziplinären Förderung verbunden mit neuen transsektoralen und translateralen Ansätzen.

Der oben skizzierte Vorschlag, sogenannte Innovationhubs an Großforschungszentren im Rahmen der Strategie zur Digitalisierung der Industrie aufzubauen und KMU Zugang zu Rechnerkapazität und Expertise zu ermöglichen, ist prinzipiell unterstützenswert. Damit diese Möglichkeit nicht nur von innovativen KMU genutzt wird, sondern auch den Großteil der KMU in traditionellen und weniger technologieintensiven Branchen adressiert, ist eine Zusammenarbeit mit regionalen Netzwerken und Clustern sowie den regionalen Industrie- und Handelskammern wünschenswert. Dies ist unerlässlich, damit die Digitalisierungskluft zwischen den KMU nicht wächst. Solche regionalen Netzwerke könnten die Aufmerksamkeit für die Innovationhubs steigern und darüber hinaus auch eine wichtige Beratungsfunktion innehaben.



## Abbildungsverzeichnis

- 7 Abbildung 1  
**Vier Typen von Innovationspolitik**
- 8 Abbildung 2  
**Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung** (in % des BIP; 2015)
- 9 Abbildung 3  
**Zentrale Rahmenprogramme für die europäische Innovationspolitik**
- 9 Abbildung 4  
**Europäischer Innovationsanzeiger** (European Commission 2017)
- 11 Abbildung 5  
**Digitaler Binnenmarkt**
- 14 Abbildung 6  
**Geschätzte Investitionen in die Digitalisierung der europäischen Industrie**
- 17 Abbildung 7  
**Überblick über die europäischen Initiativen zur Digitalisierung der Industrie**

## Abkürzungsverzeichnis

Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
CRA	Constructed Regional Advantage
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DG CONNECT	Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien
DG GROW	Generaldirektion für Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum sowie kleine und mittlere Unternehmen
DIH	Digital Innovation Hub
EFFRA	European Factories of the Future Research Association
EFSI	Europäische Fonds für strategische Investitionen
ERC	European Research Council
FuE	Forschung und Entwicklung
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
KIC	Knowledge and Innovation Community
KMU	kleine und mittelständische Unternehmen
OMK	offenen Methode der Koordinierung
PPP	Public-Private-Partnership
RAMI 4.0	Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie

# Literaturverzeichnis

- Aho, Esko 2006: Creating an Innovative Europe, Report of the Independent Expert Group on R&D and Innovation, Luxemburg.
- Alaja, Antti; Andersson, Lars Fredrik; Buhr, Daniel; Fink, Philipp; Stöber, Niels 2016: Innovationsstrategien in Zeiten der Digitalisierung: Ein Vergleich der Innovationspolitik in Finnland, Schweden und Deutschland, Gute Gesellschaft – Soziale Demokratie #2017plus, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.
- Asheim, Björn T.; Moodysson, Jerker; Tödtling, Franz 2011: Constructing Regional Advantage: Towards State-of-the-Art Regional Innovation System Policies in Europe?, in: European Planning Studies, 19 (7), London, S. 1.133.
- Borrás, Susanna; Edquist, Charles 2013: The Choice of Innovation Policy Instruments, in: Technological Forecasting and Social Change 80 (8), S. 1.513–1.522.
- Boston Consulting Group (BCG) 2015: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, [https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_40\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries/?chapter=3](https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/?chapter=3) (1.8.2017).
- Braun-Thürmann, Holger 2005: Innovation, Bielefeld.
- Buhr, Daniel 2010: Chaos oder Kosmos? Die Koordination der Innovationspolitik des Bundes: Probleme und Lösungsansätze, Baden-Baden.
- Buhr, Daniel 2015: Soziale Innovationspolitik für die Industrie 4.0., WISO Diskurs, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.
- Buhr, Daniel 2016: Industrie 4.0 im Mehrebenensystem: Europäische Innovationspolitik zwischen Wettbewerb, Kohärenz und Kohäsion, in: Europäisches Zentrum für Föderalismus-Forschung Tübingen (Hrsg.): Jahrbuch des Föderalismus 2016, Baden-Baden, S. 50–64.
- Buhr, Daniel; Christ, Claudia; Frankenberger, Rolf; Fregin, Marie-Christine; Schmid, Josef; Trämer, Markus 2016: Auf dem Weg zu Wohlfahrt 4.0? Die Digitalisierung des Wohlfahrtsstaates in den Politikfeldern Arbeit, Gesundheit und Innovation im europäischen Vergleich, Politik für Europa #2017, Friedrich-Ebert-Stiftung, Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2014: Industrie 4.0: Innovationen für die Produktion von morgen, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2014: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2015: Industrie 4.0: Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2016: Digitalisierung der Industrie: Die Plattform Industrie 4.0, Fortschrittsbericht April 2016, Berlin.
- Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Bitkom)/Fraunhofer IAO 2014: Industrie 4.0: Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin.
- Direction Générale des Entreprises (DGE) 2015: Transition Numérique, <https://www.entreprises.gouv.fr/numerique/transition-numerique> (1.8.2017).
- Enderlein, Hendrik; Pisani-Ferry, Jean 2014: Reformen, Investitionen und Wachstum: Eine Agenda für Frankreich, Deutschland und Europa, Berlin.
- Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) 2015: Strategic Plan 2015, Swindon.
- Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) 2017: Manufacturing the Future, <https://www.epsrc.ac.uk/research/ourportfolio/themes/manufacturingthefuture/> (1.8.2017).
- Europäische Kommission 2014a: Für ein Wiedererstarren der europäischen Industrie, COM(2014) 14 final, Brüssel.
- Europäische Kommission 2014b: For a European Industrial Renaissance, [https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/renaissance\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/renaissance_en) (16.7.2016).
- Europäische Kommission 2014c: „Advancing Manufacturing – Advancing Europe“: Report of the Task Force on Advanced Manufacturing for Clean Production, Commission Staff Working Document, SWD(2014) 120 final, Brüssel.
- Europäische Kommission 2015: Strategie für einen digitalen Binnenmarkt für Europa, COM(2015) 192 final, Brüssel.
- Europäische Kommission 2016: Digitalisierung der europäischen Industrie: Die Chancen des digitalen Binnenmarkts in vollem Umfang nutzen, COM(2016) 180 final, Brüssel.
- Europäisches Patentamt 2017: Experteninterview: Die Bedeutung von Industriestandards, [http://www.epo.org/news-issues/issues/standards\\_de.html#benefits](http://www.epo.org/news-issues/issues/standards_de.html#benefits) (1.8.2017).
- European Commission 2014: Enabling Synergies Between European Structural and Investment Funds, Horizon 2020 and Other Research, Innovation and Competitiveness-Related Union Programmes, Brüssel, [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/guides/synergy/synergies\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/synergy/synergies_en.pdf) (1.8.2017).
- European Commission 2015: Digitising European Industry, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/digitising-european-industry> (1.8.2017).
- European Commission 2016: Digitising European Industry: Infographic on Digitising European Industry, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digitising-eu-industry> (1.8.2017).
- European Commission 2017: European Innovation Scoreboard 2017, Brüssel, <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/24829> (7.8.2017).
- European Commission o. J.: Future and Emerging Technologies, <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/future-and-emerging-technologies> (1.8.2017).
- European Parliamentary Research Service (EPRS) 2015: Briefing Industry 4.0: Digitalisation for Productivity and Growth, Brüssel.
- Franz, Hans-Werner 2010: Qualitäts-Management als soziale Innovation, in: Howaldt, Jürgen; Jacobsen, Heike (Hrsg.): Soziale Innovation: Auf dem Weg zu einem postindustriellen Innovationsparadigma, Wiesbaden, S. 335–354.
- Gausemeier, Jürgen; Klocke, Fritz 2016: Industrie 4.0: Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung, [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Sonderpublikationen/INBENZHAP\\_dt\\_web\\_verlinkt.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Sonderpublikationen/INBENZHAP_dt_web_verlinkt.pdf) (5.3.2017).
- Hancké, Bob; Rhodes, Martin; Thatcher, Mark 2007: Beyond Varieties of Capitalism: Conflict, Contradictions, and Complementarities in the European Economy, Oxford.
- Howaldt, Jürgen; Kopp, Ralf; Schwarz, Michael 2008: Innovationen (forschend) gestalten: Zur neuen Rolle der Sozialwissenschaften, WSI Mitteilungen 2 (2008), S. 63–69.
- Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan; Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2015: Arbeiten in der Industrie 4.0: Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder, Düsseldorf.
- Klodt, Henning 2011: Zum Konzept der Leitmärkte: Eine Einführung, in: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.): Wettbewerbsfähiger durch Leitmarktstrategie?, Berlin, S. 7–12.

Le gouvernement français 2013: La Nouvelle France Industrielle, Paris, [deutsche Version: Das Neue Industrielle Frankreich, NFI], <http://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/web-dp-indus-futur-Allemand-29-12.pdf> (1.8.2017).

Ministero dello sviluppo economico o. J.: „Industria 4.0“: National Plan, [http://www.ambondra.esteri.it/Ambasciata\\_Londra/resource/doc/2016/11/industria\\_4.0\\_national\\_plan\\_-\\_strategy.pdf](http://www.ambondra.esteri.it/Ambasciata_Londra/resource/doc/2016/11/industria_4.0_national_plan_-_strategy.pdf) (1.8.2017).

Ministero dello sviluppo economico 2017: Piano nazionale Industria 4.0 2017–2020, <http://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40> (1.8.2017)  
Plattform Industrie 4.0 2014: Industrie 4.0: Whitepaper FuE-Themen, [http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Whitepaper\\_Forschung%20Stand%203.%20April%202014\\_0.pdf](http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Whitepaper_Forschung%20Stand%203.%20April%202014_0.pdf) (16.7.2016).

Plattform Industrie 4.0 2017a: Industrie 4.0 als europäischer Standortvorteil, <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Internationales/EuropaeischeEbene/europaeische-ebene.html> (1.8.2017).

Plattform Industrie 4.0 2017b: Normen und Standards: Eine gemeinsame Sprache für Industrie 4.0-Technologien, <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/Handlungsfelder/NormenStandards/normen-und-standards.html> (1.8.2017).

PricewaterhouseCoopers (PwC) 2014: Industrie 4.0: Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, München/Frankfurt a. M.

PricewaterhouseCoopers (PwC) 2015: Opportunities and Challenges of the Industrial Internet, <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry-4-0.pdf> (5.3.2017).

Rehfeld, Dieter 2014: Clusterpolitik im Rahmen des strukturpolitischen Mehrebenensystems: Pfadabhängigkeiten, Rahmenbedingungen und Herausforderungen für die kommunale Wirtschaftsförderung, in: Beck, Rasmus; Heinze, Rolf; Schmid, Josef (Hrsg.): Zukunft der Wirtschaftsförderung, Baden-Baden, S. 591–611.

Reillon, Vincent 2016: EU Innovation Policy: Part I, EPRS, PE 583.778, Brüssel/Straßburg.

République Française/Direction Générale des Entreprises (DGE) 2012: Le Programme Transition Numérique, <http://transition-numerique.fr/programme/> (1.8.2017).

Stehnkens, Thomas 2010: The Politics of Interaction in Innovation Systems, Baden-Baden.

Technology Strategy Board (Innovate UK) 2012: High Value Manufacturing Strategy 2012–2015, Swindon.

Weimer, David L./Vining, Aidan R. 2017: Policy Analysis and Practice, 6. Aufl., New York.



Impressum:

© 2018

**Friedrich-Ebert-Stiftung**

Herausgeberin: Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik  
Godesberger Allee 149/D-53175 Bonn  
Fax 0228 883 9202, 030 26935 9229, [www.fes.de/wiso](http://www.fes.de/wiso)  
Bestellungen/Kontakt: [wiso-news@fes.de](mailto:wiso-news@fes.de)

Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung (FES). Eine gewerbliche Nutzung der von der FES herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung durch die FES nicht gestattet.

**ISBN: 978-3-96250-016-0**

Titelmotiv: © 123RF, Julien Tromeur  
Gestaltungskonzept: [www.stetzer.net](http://www.stetzer.net)  
Satz: Andrea Schmidt, [www.typografie-im-kontext.de](http://www.typografie-im-kontext.de)  
Lektorat: Sönke Hallmann  
Druck: [www.bub-bonn.de](http://www.bub-bonn.de)

**Solo-Selbstständigkeit in der Plattformökonomie**  
**WISO DIREKT – 28/2017**

**Digitale Plattformen: Ein neues Handlungsfeld für die Daseins-  
verantwortung des Staates?**  
**WISO DIREKT – 09/2017**

**Industrie 4.0 und der rheinische kooperative Kapitalismus**  
**WISO DIREKT – 03/2017**

**Arbeitsmärkte in der Plattformökonomie: Zur Funktionsweise  
und den Herausforderungen von Crowdwork und Gigwork**  
**GUTE GESELLSCHAFT – SOZIALE DEMOKRATIE 2017PLUS – 2016**

**Innovationsstrategien in Zeiten der Digitalisierung: ein Vergleich  
der Innovationspolitik in Finnland, Schweden und Deutschland**  
**GUTE GESELLSCHAFT – SOZIALE DEMOKRATIE 2017PLUS – 2016**

**Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand**  
**GUTE GESELLSCHAFT – SOZIALE DEMOKRATIE 2017PLUS – 2016**

**Soziale Innovationspolitik für die Industrie 4.0**  
**GUTE GESELLSCHAFT – SOZIALE DEMOKRATIE 2017PLUS – 2015**

**Alles Gute kommt von Norden? Die nordischen Innovationsmodelle  
und die Lehren für Deutschland**  
**WISO DIREKT – 2014**

**Soziale Innovationspolitik**  
**WISO DISKURS – 2014**