

Industrie 4.0 in Hessen

Initialstudie und Handlungsempfehlungen im Auftrag der
Hessen Trade & Invest GmbH



HESSEN
TRADE & INVEST

Vorwort

Mit der vorliegenden Studie sollen die Grundlagen für ein hessisches Strategiepapier mit einer zeitlichen Perspektive bis 2017 und darüber hinaus geschaffen werden. Es sollte aufgezeigt werden, wie das Thema Industrie 4.0 in Hessen, insbesondere für KMU, vorangebracht werden kann. Die Umstellung gewohnter Prozesse und Denkweisen hin zu „Industrie 4.0“ soll Effizienz und Effektivitätssteigerung gewährleisten. Auf dem Weg dorthin stehen die Beteiligten (allen voran die Unternehmen) vor einer Reihe von internen und externen Herausforderungen, die von Umfeldfaktoren wie der technischen Verfügbarkeit von Daten, der Cloud oder Direktdiensten, der Anbindung der Kunden und Zulieferer, der Entwicklung des gesamten Marktes in dem sich das jeweilige Unternehmen befindet, aber auch der Motivation und Qualifikation der Mitarbeiter bestimmt werden. Mit der vorliegenden Studie wird eine Bestandsaufnahme vorgenommen und notwendige Maßnahmen und die Ausrichtung zukünftiger Aktivitäten des Landes in den Kontext dieser und weiterer zu definierender Einflussfaktoren gestellt, um den Grundstein für eine erfolgreiche Implementierung von „Industrie 4.0“ in Hessen zu legen.

Um dies zu erreichen war das Vorhaben in fünf zusammenhängende Arbeitsschritte gegliedert, die sich in verschiedenen Abschnitten der Studie wiederfinden. So sollten im Zuge qualitativer Interviews mit wichtigen hessischen Akteuren sowie im Rahmen einer Online-Umfrage die wesentlichen Aspekte für die Nutzung und weiteren Implementierung von Industrie 4.0 identifiziert werden. Die Ergebnisse dieser Umfrage sind im Wesentlichen in die Erstellung der Handlungsempfehlungen geflossen.

Ebenfalls wichtig war die Bestandsaufnahme und Analyse bereits vorhandener und ggf. für Industrie 4.0 nutzbarer Förderprogramme auf europäischer, nationaler und Länderebene. Zusammen mit einer Zusammenstellung und ersten Analyse der relevanten Aktivitäten und Akteure auf diesem Gebiet konnte ein Gesamtbild zur Industrie 4.0-Landschaft und den Ansatzpunkten für die weitere Entwicklung erstellt werden.

Neben den Analysen und Beschreibungen der für Industrie 4.0 relevanten Aspekte und Akteure bilden die daraus abgeleiteten Handlungsfelder und -empfehlungen den Kern dieser Studie. Sie sollen als Grundlage für die weitere Planung, als Impulsgeber für Kooperations- und Strategieentwicklungen und die weitere umfassende Verfolgung des Themas in Hessen dienen.

Die vorliegende Studie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Das Thema Industrie 4.0 ist sehr komplex und in seiner Gesamtheit nicht scharf von anderen Themenbereichen abzugrenzen. Eine Vielzahl von Akteuren und nahezu alle Branchen sind in der einen oder anderen Form mit diesem Thema konfrontiert. Es ist daher kaum möglich, im Rahmen einer Initialstudie alle Aspekte eingehend zu beleuchten, ihre Implikationen und Wechselwirkungen abzuwägen und ein final umsetzbares Maßnahmenpaket vorzuschlagen. Alle hier dargestellten Aspekte sollten daher als Empfehlung verstanden werden, die im Einzelnen weiter geprüft und im Zusammenhang mit anderen, hier nicht zu erfassenden Strategien und Aktivitäten des Landes Hessen betrachtet werden müssen.

Inhalt

1	METHODISCHES VORGEHEN	5
2	HESSEN – EIN WICHTIGER WIRTSCHAFTSSTANDORT IN DEUTSCHLAND UND EUROPA	8
3	BEDEUTUNG VON INDUSTRIE 4.0 FÜR WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT	10
3.1	Industrielle Revolution – Veränderte Bedeutung der Industrie	10
3.2	Chancen für die Wirtschaft.....	12
3.3	Herausforderungen durch Industrie 4.0.....	13
3.4	Voraussetzungen für die Umsetzung von Industrie 4.0.....	14
4	DER BEGRIFF INDUSTRIE 4.0 – DEFINITIONEN UND ALTERNATIVEN	16
4.1	Allgemeine Definitionen	16
4.2	Alternativen zum Begriff Industrie 4.0.....	17
4.3	Wirtschaft 4.0 – Hessen vernetzt und effizient.....	18
5	AKTIVITÄTEN IM BEREICH INDUSTRIE 4.0	21
5.1	Internationale Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0.....	21
5.2	Aktivitäten der Europäischen Union und in den Mitgliedstaaten außer Deutschland	25
5.2.1	Die Gruppe der Fronrunner	28
5.2.2	Die Gruppe der Potentialists	30
5.3	Deutschland – Aktivitäten auf Bundes- und Länderebene	32
5.4	Aktivitäten in Hessen	35
5.4.1	Allgemeine Aktivitäten.....	35
5.4.2	Die Technologielinien und die Geschäftsstelle Breitband in Hessen	37
5.4.3	Schnittstellen der internen Zusammenarbeit	41
5.4.4	Zusammenarbeit des Projektbüros Intelligente Fabrik mit externen Akteursgruppen	44
6	AKTEURE IM BEREICH INDUSTRIE 4.0	47
6.1	Akteure auf Bundesebene	47
6.2	Akteure in den Bundesländern.....	50
6.3	Akteure in Hessen	52
6.3.1	Nachfrageorientierte Innovationsunterstützung bei der HTAI.....	52
6.3.2	Initiative Industrieplatz Hessen	53
6.3.3	Technologiecluster und -netzwerke in Hessen	54
6.4	Akteursgruppen im Bereich Industrie 4.0.....	54
6.4.1	Die Öffentliche Hand.....	54
6.4.2	Banken	55
6.4.3	Unternehmen	56
6.4.4	Wissenschaft	57
6.4.5	Wirtschaftsverbände	58
7	FÖRDERMÖGLICHKEITEN IM BEREICH INDUSTRIE 4.0	59
7.1	Förderprogramme der EU	59
7.1.1	Horizon 2020.....	59
7.1.2	COSME	60
7.1.3	EUREKA	61
7.2	Förderprogramme des Bundes	61
7.2.1	Bundesministerium für Bildung und Forschung.....	61
7.2.2	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.....	65
7.2.3	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).....	69
7.3	Förderprogramme des Landes Hessen	69
7.3.1	Innovationsförderung	70

7.3.2	Förderprogramme der Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen	71
7.3.3	Beteiligungen	74
7.3.4	Bürgschaften	75
7.4	Förder- und Unterstützungsbedarf bei Unternehmen	75
8	INDUSTRIE 4.0 IN DEN UNTERNEHMEN.....	77
8.1	Branchen in Hessen und ihre Bedeutung für „Industrie 4.0“	77
8.2	Best Practices zum Einsatz von Industrie 4.0	87
8.2.1	Beispiele aus Hessen	87
8.2.2	Best Practices aus anderen Regionen Deutschlands	89
9	INDUSTRIE 4.0-RELEVANTE HANDLUNGSFELDER IN HESSEN	93
9.1	Infrastruktur für Industrie 4.0-Anwendungen schaffen.....	93
9.1.1	Industrie 4.0 und Energie in Hessen	94
9.1.2	Industrie 4.0 – Verkehrswege, Logistik und Mobilität	96
9.1.3	Industrie 4.0 und Breitband	96
9.1.4	Innovationsallianz: Rechenzentren als technische Basis einbeziehen	97
9.2	Ressourceneffizienz	98
9.3	Netzwerkarbeit für Industrie 4.0.....	100
9.4	Investitionen durch Förderung beschleunigen	101
9.4.1	Finanzierung von Investitionen	101
9.4.2	Förderung von Industrie 4.0-Projekten	102
9.5	Capacity Building.....	103
9.5.1	Berufliche Bildung und Fachkräfteaufbau	103
9.5.2	Erfahrungsaustausch (Unternehmerstammtisch).....	105
9.5.3	Lernfabrik (als Showroom)	105
10	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR EINE STÄRKERE ETABLIERUNG DES THEMAS INDUSTRIE 4.0 IN HESSEN.....	107
10.1	Organisatorische Maßnahmen für die Etablierung von Industrie 4.0 in Hessen.....	107
10.1.1	Abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe beim Ministerbüro einrichten	107
10.1.2	Entscheidungsgrundlagen schaffen	108
10.1.3	Gemeinsame „Aktionsplattform Industrie 4.0“ einrichten.....	109
10.1.4	Industrie 4.0 in der Region	111
10.1.5	Überregional investieren (Netzwerkarbeit).....	112
10.2	Außenwirtschaft und Standortmarketing.....	112
10.2.1	Internationale und nationale Ausrichtung.....	113
10.2.2	Industrie-Portal und Kompetenzatlas	114
10.2.3	Multimediale Unterstützung (Videos, Social Media)	115
10.2.4	Leitfaden für eine schrittweise Migration in die Industrie 4.0	116
10.3	Empfehlungen für die thematischen Handlungsfelder.....	116
10.3.1	Handlungsfeld Infrastruktur	116
10.3.2	Handlungsfeld Ressourceneffizienz	117
10.3.3	Handlungsfeld Investitionen und Förderung.....	118
10.3.4	Handlungsfeld Capacity Building.....	118
ANHANG	120	
	Begriffe, die mit Industrie 4.0 eng verknüpft sind	120
	Gängige Definitionen des Begriffs Industrie 4.0	122
	Abbildungen und Tabellen	126
	Quellenverzeichnis	126

1 Methodisches Vorgehen

Die Diskussion um Industrie 4.0 wird teils plakativ, teils sehr komplex geführt. Es herrscht kein einheitliches Verständnis der Begriffe rund um das Thema Industrie 4.0. Dementsprechend ist auch von unterschiedlichen Vorstellungen über die Inhalte, Schwerpunkte und Ziele von Industrie 4.0 in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik auszugehen. Der Begriff „Industrie 4.0“ wird abhängig vom Hintergrund der Akteure unterschiedlich weit gefasst und definiert. Die Studie soll in einem ersten Schritt die Einflussfaktoren für eine passende Auslegung des Begriffs im Kontext des endogenen Potenzials Hessens darlegen und wesentliche Wirkungsfelder aufzeigen.

Für die Gesamtzielsetzung der Studie können somit die folgenden Forschungsfragen abgeleitet werden:

- Was ist Industrie 4.0?
- Wer beschäftigt sich mit Industrie 4.0 und wer sollte sich mit dem Thema beschäftigen?
- Welche Aktivitäten gibt es in diesem Bereich bereits?
- Was erwarten die Unternehmen? Wie können sie bei der Umsetzung unterstützt werden?
- Was ist notwendig, um das Thema Industrie 4.0 landesweit zu verankern und positiv für die weitere Entwicklung Hessens zu nutzen?

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, in Form einer Überblicksstudie Antworten auf diese Fragenkomplexe zu finden. Um dies zu erreichen wurde das Vorhaben in fünf zusammenhängende Arbeitsschritte gegliedert:

1. Identifizierung und Analyse bestehender Industrie 4.0-Förderprogramme in Bund und Land
2. Identifizierung und Analyse der bei den Unternehmen bestehenden Bedarfe durch Umfragen und Tiefeninterviews
3. Evaluation der Aktivitäten von anderen Bundesländern, Bund und EU
4. Durchführung einer SWOT-Analyse und die Identifikation von Leuchttürmen
5. Entwicklung von Maßnahmen, Abgrenzung von Schnittstellen und Definition von Meilensteinen bis 2017

Diese Arbeitsschritte wurden unter Nutzung verschiedener Methoden bearbeitet. Die Ergebnisse wurden im Kontext der Forschungsfragen gegliedert. Grundlage aller Arbeiten ist ein ausführlicher und strukturierter Desk Research zur Erhebung, Analyse und Bewertung vorhandener, offiziell zugänglicher Quellen und Informationen. Die Ergebnisse dieser Arbeitsschritte finden sich in allen Abschnitten der Studie wieder.

In einem ersten Schritt wurde die regionale Ausgangslage analysiert um so Schwerpunkte in der Erarbeitung formulieren zu können. Hierzu wurden die Branchen der in Hessen ansässigen Unternehmen auf ihre Relevanz für Industrie 4.0 geprüft und gewichtet. Neben Faktoren wie dem Bruttoinlandsprodukt, Anzahl der Arbeitsplätze und Fertigungsschwerpunkten wurden auch die regionale Verteilung und die Größe der Unternehmen berücksichtigt.

In internen Gesprächen sowie einem Workshop mit Beteiligung lokaler Akteure wurde die Bedeutung nicht nur der Branche, sondern auch entlang der Wertschöpfungskette und somit der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen betrachtet. Siehe hierzu auch Kapitel 8. Auf Grundlage dieser Abwägungen konnten Schwerpunkte für die weitere Erarbeitung gesetzt werden.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde eine qualitative Marktumfrage mittels Online-Fragebogen durchgeführt. Zielgruppen waren Unternehmen der ausgewählten Branchen, sowie Multiplikatoren aus Verbänden und Schlüsselorganisationen.

Im Zeitraum November 2014 bis Januar 2015 wurden mehr als 50 telefonische Expertengespräche in Form von qualitativen, teilstandardisierten, offenen Interviews geführt, um einen möglichst unverstellten Einblick in den Status quo und insbesondere in die reale Situation des wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Alltags zu erhalten, welche aus offiziellen Publikationen und quantitativen Erhebungen nur schwer zu ermitteln sind. Bei der Auswahl der Experten wurde darauf geachtet, ein möglichst breites Spektrum der relevanten Akteure abzudecken. Die Experten setzen sich aus Vertretern der Wissenschaft, der Bundes- und Landespolitik, von Vereinen und Initiativen, der öffentlichen Hand sowie von Banken zusammen. In den Interviews beantworteten die Experten Fragen zu ihrer jeweiligen Perspektive auf den aktuellen Stand der Umsetzung sowie der Implementierung von Industrie 4.0-Anwendungen, zu Hemmnissen und Erfolgsfaktoren sowie möglichen Handlungsempfehlungen zur Förderung der Industrie 4.0-Vorhaben. Hierbei ist grundsätzlich zu beachten, unter welchen Rahmenbedingungen und mit welchen Indikatoren andere erfolgreiche und ggfs. vergleichbare Programme des Landes für KMU bereits durchgeführt wurden und noch werden. Für die Erstellung der Umfragen wurde ein mehrgliedriges methodisches Konzept entwickelt, welches durch die Einschätzung verschiedener Akteure zu gleichen Fragestellungen zu besonders verlässlichen und nutzbaren Aussagen kommt. Darauf aufbauend wurde ein Online-Fragebogen entwickelt und technisch umgesetzt. Die Ergebnisse aus der Online-Umfrage beleuchten und verdeutlichen weitere Aspekte, Problemstellungen, Herausforderung und Chancen. Die Expertengespräche und Umfragen sind beispielsweise nicht nur für die Entwicklung der Handlungsempfehlungen relevant, sondern auch für das Verständnis der Schnittstellen zwischen den verschiedenen Akteursgruppen in Hessen, die das Thema Industrie 4.0 beeinflussen. Die Ergebnisse dieser Umfrage sind punktuell in verschiedenen Passagen der Studie wiederzufinden, im Wesentlichen sind sie jedoch in die Erstellung der Handlungsfelder und -empfehlungen geflossen.

Die Erkenntnisse aus der Umfrage konnten die Bedeutung des Themas Industrie 4.0 verfestigen und gleichzeitig aufzeigen, dass der Begriff als solches für Hessen neu zu definieren ist. Siehe hierzu auch Kapitel 4.

Die qualitativen Ergebnisse der Umfrage wurden weiterhin genutzt um mehr als 30 Tiefeninterviews durchzuführen. In den Tiefeninterviews wurden Auszüge der Ergebnisse der Umfrage, sowie weitere Aspekte zum Nutzen und zu den Unterstützungsbedarfen der Unternehmen identifiziert. Die Tiefeninterviews bekräftigten nicht nur das Bild der Umfrage, sondern fügten Indikatoren für die spätere SWOT-Analyse hinzu. Des Weiteren wurden durch die Recherchen sowie Expertengespräche Leuchttürme in Hessen identifiziert und aufgezeigt.

Die Durchführung der Studie und die darin enthaltenen Umfragen sowie die Annahme des Themas Industrie 4.0 durch das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) wurden von den Interviewpartnern als sehr positiv bewertet und begrüßt.

Mit einer Zusammenstellung und ersten Analyse der relevanten Aktivitäten und Akteure auf diesem Gebiet konnte ein Gesamtbild zur „Industrie 4.0-Landschaft“ und den Ansatzpunkten für die weitere Entwicklung in Hessen erstellt werden. Dies wurde durch eine SWOT-Analyse ergänzt, die in erster Linie der Analyse der Wirkungsfelder und der Schnittstellen einzelner Aufgabenbereiche und Organisationen in der Region bzw. entlang der Wertschöpfungsketten diente. Ziel war es, die einzelnen Schwerpunktbereiche (Schlüsseltechnologien; IT, Breitband, etc.) auf ihre Eignung für weitere Industrie 4.0-Aktivitäten zu prüfen

und das gemeinsame Potenzial für die Weiterentwicklung des Themas Industrie 4.0 auf Landesebene (HMWEVL und HTAI) zu identifizieren.

Die SWOT-Analyse und die parallel hierzu durchgeführte Umfeldbetrachtung von Aktivitäten aus Europa, des Bundes und anderer Bundesländer wurden nunmehr gegenübergestellt. Die für die folgenden Schritte erforderlichen Informationen und Daten, sowie eine Einschätzung der Umsetzungsmöglichkeiten, Schwerpunkte, Hebel und entsprechenden Hindernisse wurden durch Desktoprecherchen und gezielte Gespräche mit Experten aus dem bundesweiten und transnationalen Netzwerk der atene KOM gewonnen. Die identifizierten Maßnahmen anderer Regionen, insbesondere weiterer europäischer Länder, wurden auf die Anwendbarkeit für Hessen geprüft. Hierzu dienten unter anderem die zuvor identifizierten Schwerpunktbranchen und die regionale Ausgangslage, sowie die Ergebnisse der SWOT-Analyse, aufbauend auf der Umfrage und den Experteninterviews. Hieraus entstand eine erste Vorschlagsliste von Maßnahmen und Wirkungsfeldern, die auf die hessische Ausgangslage anzupassen waren.

Im weiteren Verlauf zeigte sich deutlich, dass die möglichen Maßnahmen und Unterstützungsleistungen Einflussnahmen in unterschiedlichen Bereichen gewährleisten müssen, um eine Wirkung entfalten zu können. Die Breite des für Hessen notwendigen Ansatzes wurde operationalisiert, indem zum einen Fördermöglichkeiten und zum anderen Wirkungsfelder und organisatorische (institutionelle) Maßnahmen abgeleitet werden mussten.

Da aus heutiger Sicht nur wenige spezifische für Industrie 4.0 nutzbarer Förderprogramme auf europäischer, nationaler und Länderebene im Bereich zu erkennen sind, war eine kontextbezogene Prüfung erforderlich, die alle thematisch relevanten Aktionen zum Thema der Industrie 4.0-Politik umfasst. Dabei wurden auch Programme untersucht und aufgenommen, die das Thema bzw. die Implementation der „Industrie 4.0“ bedienen können, jedoch dies nicht explizit als Förderschwerpunkt haben. Demzufolge wurden „Lücken“ analysiert und mit den notwendigen Maßnahmen zur Anpassung in einem Gesamtkonzept integriert. Durch die vorab durchgeführten Recherchen und Interviews konnten zudem kontextbezogene Randinformationen weiterverfolgt und verdeutlicht werden. Dies führte zu einer Ableitung relevanter Inhalte und Ergebnisse für Hessen.

Auf Basis der Daten, Informationen und Analysen wurden abschließend institutionelle Maßnahmen, sowie weitere Handlungsempfehlungen entwickelt und in kurz-, mittel- und langfristig zu ergreifenden Maßnahmen gegliedert. Hierbei wurden Veränderungen, wie z.B. die Anpassung von bestehenden Rechtsrahmen oder Entwicklungen auf europäischer und Bundesebene, berücksichtigt.

2 Hessen – ein wichtiger Wirtschaftsstandort in Deutschland und Europa

Hessen ist einer der bedeutendsten Wirtschaftsstandorte in Deutschland. Dazu trägt der Finanz-, Handels- und Logistikstandort im Großraum Frankfurt maßgeblich bei, der in Deutschland seines Gleichen sucht und auch im europäischen Vergleich einen Top-Platz belegt. Nicht ohne Grund ist der Slogan des Landes „An Hessen führt kein Weg vorbei“. Aber Frankfurt ist nicht nur für den physischen Verkehr per Flugzeug und Bahn eines der wichtigsten internationalen Drehkreuze, sondern auch im virtuellen Bereich: Hier ist der weltweit größte Internet-Knotenpunkt angesiedelt, über den der größte Teil des deutschen und europäischen Datenverkehrs läuft.

Durch Frankfurt ist ganz Hessen sehr gut vernetzt und profitiert von vielfältigen Prozessen. So wird die gesamte Region als Investitionsstandort wahrgenommen, der vor allem auch für ausländische Unternehmen interessant ist. Auch wenn Firmenansiedlungen aus dem Ausland inzwischen zu einem großen Teil nicht die Produktion, sondern in erster Linie das Marketing und die Firmenrepräsentanz umfassen, bietet sich für Hessen die Möglichkeit, Global Player von den Standortvorteilen zu überzeugen.

Dies spiegelt sich in den Wirtschaftsdaten des Landes deutlich wider: mit einem Bruttoinlandsprodukt (BIP) von mehr als 230.000 Millionen Euro in 2013, einem BIP pro Einwohner von knapp 36.000 Euro sowie einem BIP pro Erwerbstätigem von mehr als 70.000 Euro gehört Hessen zu den leistungsfähigsten europäischen Regionen und ist auch im internationalen Wettbewerb weit vorn.¹ Für Hessen ist in den nächsten Jahren ein Wachstum prognostiziert, von dem vor allem die IKT-Branche, das Baugewerbe und die Unternehmensdienstleister profitieren werden.

Der Dienstleistungssektor hat in Hessen eine große Bedeutung; hier werden mehr als drei Viertel der Bruttowertschöpfung des Landes generiert (Deutschland gesamt: knapp 70 Prozent). Auch hier spiegelt sich die wirtschaftliche Bedeutung des Großraums Frankfurt wider. Dennoch hat Hessen auch einen starken produzierenden Sektor, der immerhin fast zu einem Viertel zur Bruttowertschöpfung beiträgt² und in dem mehr als 16 Prozent der Erwerbstätigen des Landes beschäftigt sind.³ Dabei ist die Wirtschaft Hessens durch einen starken sektoralen Wandel geprägt, der sich über mehrere Jahrzehnte erstreckt. Ehemals wichtige Branchen der Industrie (z.B. Textilindustrie) haben stark an Bedeutung verloren. Im Vordergrund stehen inzwischen forschungsintensive Bereiche wie die Pharmazie oder die Elektrotechnik. „Heute bildet die industrielle Gütererzeugung, zusammen mit den industrienahen Dienstleistungen, den produktiven und innovativen Kern der Ökonomie.“⁴ Dabei spielt laut dem Hessischen Statistischen Landesamt die Technisierung und die IKT-Technologie eine immer größere Rolle. Hohe Wachstumsraten werden vor allem in den Zukunftsindustrien erreicht und auch für das Jahr 2015 erwartet. Dies betrifft aber nicht nur die Industrien der Zukunft selbst, sondern auch industrienaher Dienstleistungen, die durch eine gezielte

¹ Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.) (2014): Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Hessen und Deutschland 2008 bis 2013. Statistische Berichte, Wiesbaden, S. 11 – 19.

² Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.) (2014): Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Hessen und Deutschland 2008 bis 2013. Statistische Berichte, Wiesbaden, S. 6.

³ Hessisches Statistisches Landesamt (2015): Erwerbstätige in Hessen nach Wirtschaftsbereichen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.statistik-hessen.de/themenauswahl/erwerbstaetigkeit/landesdaten/erwerbstaetigenrechnung-in-hessen/grafik-erwerbstaetige-nach-wirtschaftsbereiche/index.html> [Stand 20.01.2015]

⁴ Hessisches Statistisches Landesamt (2014): Konjunkturprognose Hessen 2015, Wiesbaden, S. 17.

und geförderte Vernetzung einen erheblichen Beitrag zur Modernisierung des Wirtschaftsstandorts Hessen leisten können.

Insgesamt zeichnet die „Konjunkturprognose Hessen 2015“ ein positives Bild, nach dem Hessen der erwarteten gesamtwirtschaftlichen Rezession zumindest im Jahr 2015 Stand halten kann. Die Entwicklungen im produktionsorientierten Gewerbe stützen sich dabei in erster Linie auf vier Hauptbranchen: die chemische Industrie (inkl. pharmazeutische Erzeugnisse), die Elektrotechnik, den Maschinenbau und den Fahrzeugbau.⁵ Um jedoch mit den wachsenden Ansprüchen der Märkte Schritt halten zu können, wird es notwendig sein, die hessische Wirtschaft strukturell, vor allem aber technologisch zu modernisieren, um Arbeitsabläufe und Ressourcennutzung zu optimieren. Hierfür sind die verschiedenen Anwendungen aus dem Bereich Industrie 4.0 ein wesentlicher Orientierungspunkt, der in der Wirtschaftsentwicklung sowohl strategisch als auch operational inzwischen einen großen Stellenwert hat.

⁵ Hessisches Statistisches Landesamt (2014): Konjunkturprognose Hessen 2015, Wiesbaden, S. 16.

3 Bedeutung von Industrie 4.0 für Wirtschaft und Gesellschaft

Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte Industrielle Revolution, die tiefgreifende Veränderungen für verschiedene Branchen und Unternehmensbereiche mit sich bringt. Diese Veränderungen haben bereits begonnen. Während einige Bereiche sich sehr schnell verändern, werden sich andere stetig und langsam in einer „evolutionären“ Geschwindigkeit entwickeln. Insofern ist Industrie 4.0 als ein Prozess und kein schlagartiger Umbruch zu sehen. Je nach Unternehmensart, -größe und Geschäftsmodell werden die notwendigen Modernisierungsprozesse unterschiedlich viel Zeit in Anspruch nehmen. Konkret bedeutet dies, dass ein Unternehmen heute schon erste smarte Funktionalitäten ergänzt und ein anderes erst in 5 bis 10 Jahren damit beginnt. Daher muss sichergestellt werden, dass den Akteuren ein individuelles Tempo ermöglicht wird, wobei die Gefahr besteht, mögliche Chancen gar nicht zu erkennen.

In Zukunft werden physische Objekte nahtlos in das Informationsnetzwerk integriert. Dabei verbindet das Internet intelligente Maschinen, Anlagen, Produktion und Prozesse miteinander, um ein hochentwickeltes, dynamisches, flexibles und ressourcenschonendes Netzwerk zu bilden. Es ist zu berücksichtigen, dass Industrie 4.0 aus vielen kleineren Konzepten wie z.B. dem „Internet der Dinge“, „Embedded Systems“ oder „Fabrik 4.0“ besteht. Industrie 4.0 betont die Idee der konsequenten Digitalisierung und Vernetzung aller Produktionseinheiten in einer Volkswirtschaft.

3.1 Industrielle Revolution – Veränderte Bedeutung der Industrie

Dass der Schritt zu einer Modernisierung der Produktionsprozesse wichtig ist, lässt sich an den weltweiten und europäischen Entwicklungen der Industrie ablesen. Dem Wachstum in den neuen Industriestaaten (z.B. China und Brasilien) stehen drastische Einschnitte in den europäischen Industrienationen entgegen – so mussten z.B. Großbritannien und Frankreich einen Rückgang von 29 Prozent bzw. 20 Prozent der Industriearbeitsplätze verzeichnen. In Deutschland hat sich die Zahl der Arbeitsplätze in der Industrie immerhin um 8 Prozent verringert.⁶

Dabei hat die Industrie nach wie vor einen wichtigen Stellenwert zur Aufrechterhaltung der Wertschöpfungsketten. Denn wenn sich die Produktionsstandorte verlagern, hat dies oft auch eine Verlagerung von Wissen und Kompetenzen zur Folge. In ihrer Studie kommen Roland Berger Strategy Consultants daher zu dem Schluss, dass eine hohe Servicequalität nur durch innovative und kreative Ansätze und Maßnahmen im produzierenden Gewerbe erreicht werden kann („To maintain high-quality services in an area, an innovative and creative manufacturing industry is critical. The trend toward deindustrialization in some European countries puts Europe at risk of losing high-value activities.”).⁷ Industrie 4.0 bietet hier die Möglichkeit zur Erneuerung und damit Anpassung an die veränderten Anforderungen an Produktion und vor- und nachgelagerte Prozesse (vgl. Abbildung 1).

⁶ Roland Berger Strategy Consultants (Hrsg.) (2014): INDUSTRY 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed, München, S. 3.

⁷ Roland Berger (2014): S. 5.

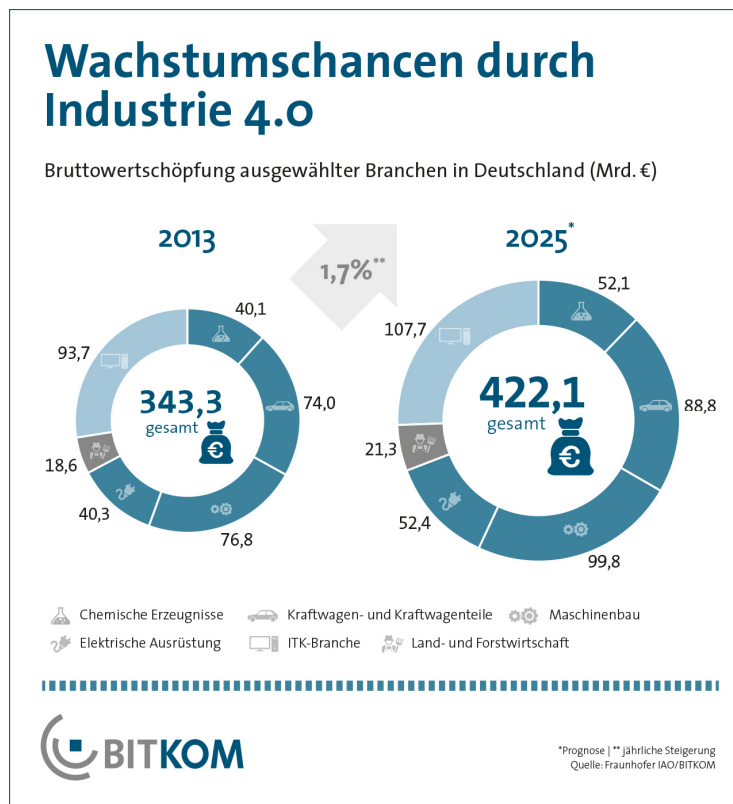


Abbildung 1: Bruttowertschöpfung ausgewählter Branchen in Deutschland (Mrd. €)

Quelle: Bitkom (2015): Kräftige Wachstumschancen durch Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.bitkom.org/de/presse/81142_79097.aspx [Stand 28.01.2015]

Industrie 4.0 muss als Chance für eine Neuausrichtung begriffen werden, um die europäische (und damit auch die deutsche und hessische) Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu stärken und zu erhalten. Dafür muss jedoch noch einiges an Überzeugungsarbeit geleistet werden, wie die Ergebnisse einer durch die Unternehmensberatung PWC weltweit vorgenommenen Umfrage unter Managern nahelegen. Danach stehen vor allem deutsche Manager der Einführung von Industrie 4.0 Anwendungen noch sehr skeptisch gegenüber: „Nur 16 Prozent der befragten deutschen Manager – das ist der niedrigste Wert auf der Welt – erwarten, dass zum Beispiel 3D-Drucker oder Online-Instrumente für eine verbesserte Kundenbindung Veränderungen für das eigene Unternehmen bringen werden. Neue Technologien wollen nur 17 Prozent der befragten deutschen Manager (auf der ganzen Welt 56 Prozent) für riskante Geschäftsentscheidungen nutzen und nur 30 Prozent von ihnen für strategische Entscheidungen. Und während 75 Prozent aller Manager es als Aufgabe aller Mitarbeiter sehen, dass digitale Innovationen auch in die Praxis umgesetzt werden, stimmen dieser Aussage nur 48 Prozent der deutschen Befragten zu.“⁸ Dies bestätigt auch die SWOT-Analyse von Jaehne und Kalaicheivan (vgl. Abbildung 2): Neben den eindeutigen und einleuchtenden Vorteilen (wie z.B. Prozesseffizienz, Sicherheit, Ressourceneffizienz) und den daraus resultierenden Möglichkeiten (wie z.B. Wettbewerbsvorteile und Flexibilität) ergeben sich einige Schwächen (Komplexität, Datensicherheit, mangelndes Wissen zur Umsetzung) und Hindernisse (mangelnde Akzeptanz und mangelnde Bereitschaft, Daten in der Wertschöpfungskette weiterzugeben).

⁸ Knop, Carsten (2015): Unter den Managern wächst die Angst, Frankfurt. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. Online verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/umfragen-unter-den-managern-waechst-die-angst-13381585.html> [Stand 28.01.2015]

Die Entwicklungen aufgrund möglicher Schwierigkeiten zu ignorieren und Industrie 4.0-Prozesse als nicht relevant oder zu aufwändig einzustufen, kann jedoch fatale Folgen haben – wie andere wesentliche Entwicklungsschritte im Bereich Produktion und Kommunikation auch, wird sich die Uhr hier nicht zurückdrehen lassen. Industrie 4.0 und die damit verbundenen Prozesse und Technologien werden früher oder später zu selbstverständlichen Begleitern der Wirtschaft.

<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prozesseffizienz führt zu hoher Präzision und Qualität ▪ Kundenspezifisch ▪ Reduzierter Ressourcenverbrauch ▪ Sicherheit ▪ Weniger menschliche Eingriffe 	<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Unzureichende Datensicherheit in der Cloud ▪ Aufwendiger in Implementierung und Wartung ▪ Nicht für alle Unternehmen anwendbar (KMU, einige Sektoren) ▪ Weniger Handarbeit erforderlich – Wegfall von Tätigkeitsprofilen ▪ Angst vor der Technik führt zu einer Nicht-Umsetzung ▪ Industrie 4.0 noch am Anfang – Angst vor Kinderkrankheiten
<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wettbewerbsvorteil durch Prozesseffizienz (für Deutschland und ihre Industrie: First-mover-Vorteil) ▪ Wissensbasierte Wirtschaft und Knotenpunkt ▪ Flexibilität bleibt ein Schlüsselfaktor für das produzierende Gewerbe in Deutschland 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe Akzeptanz von Arbeitnehmern ▪ Wettbewerb: kein Vertrauen von Konkurrenten/Wettbewerbern beim Teilen von Datensätzen ▪ Outsourcing als Bedrohung

Abbildung 2: SWOT Analyse für Industrie 4.0-Prozesse

Quelle: Jaehne, Jan Christoph/Kalaicheivan, Sarathy (2014): Towards a Connected World – Industry 4.0, San Francisco, Neu-Delhi.⁹

3.2 Chancen für die Wirtschaft

Die Chancen, die sich aus den unter Industrie 4.0 zusammengefassten Anwendungen, Technologien und Prozessen ergeben, liegen in einer Optimierung von Abläufen und Ressourcennutzung entlang der Wertschöpfungskette. Davon sind sowohl die Unternehmen selbst als auch ihre Verknüpfungen zu anderen vor- und nachgelagerten Stufen der Wertschöpfung betroffen. Diese internen und externen Verknüpfungen gilt es individuell zu analysieren, denn jedes Unternehmen hat andere Ansprüche an Vernetzung und Digitalisierung.

Kostensenkung ist eines der wesentlichen Schlagworte wenn es darum geht, die Chancen und Vorteile von Industrie 4.0 zu beschreiben. Das Potenzial ist hier unbestritten – Kapitalkosten (durch optimierte und automatisierte Produktionsabläufe), Personalkosten (u.a. durch einen geringeren Bedarf an weniger qualifizierten Mitarbeitern) und Energiekosten (durch intelligente und bedarfsgerechte Steuerung von Anlagen) lassen sich durch die Einführung und konsequente Nutzung IT-gestützter Systeme senken. Jedoch ist

⁹ Online verfügbar unter: <http://de.slideshare.net/sarathygurushankar1/shaping-towards-a-connected-world-of-supply-chain-industrie-40> [Stand 28.01.2015], Folie 72

es gerade für kleine und mittlere Unternehmen oft schwer, die Effekte vor der Umstellung realistisch abzuschätzen und nach der Umstellung zu analysieren.¹⁰

Aber die Unternehmenskosten sind nur ein Bereich, in dem ein hoher Vernetzungs- und Digitalisierungsgrad positive Effekte erzeugen kann. Wesentlich sind auch die Erwartungen, die in die Steigerung der Produktivität gesetzt werden. Dies kann zum Beispiel durch die konsequente Analyse von Maschinen-, Sensor- und Servicedaten unterstützt werden, die über eine IT-gestützte Produktions- und Organisationsstruktur realisiert werden können. Industrie 4.0-Anwendungen sind demnach für die Herstellung von Produkten interessant und relevant, ihr Einsatz kann direkt zu einer Steigerung von Effizienz und Produktivität beitragen. Sie können jedoch auch indirekt zu einer Verbesserung der Performance in den Unternehmen führen, indem Daten erfasst und für spätere Auswertungen genutzt werden können. Laut einer von SAS im Jahr 2013 veröffentlichten Studie, werden von den 200 dort befragten Unternehmen fünf Hauptgründe für eine IT-gestützte Auswertung von Unternehmensdaten genannt:¹¹

- Die Möglichkeit, schnell auf mangelnde Produktqualität oder Fehler im Produktionsprozess reagieren zu können
- Die Vermeidung von Produktionsfehlern
- Die Sicherung und Verbesserung der Kundenzufriedenheit
- Die Erhöhung der Serviceeffektivität
- Die Vermeidung von Imageverlust durch mögliche Rückrufaktionen.

Die gleiche Studie kommt zu dem Ergebnis, dass „neue Produktionsprozesse wie z.B. vernetzte oder kommunizierende Produktionsstätten“ in den kommenden zwei Jahren an Bedeutung gewinnen werden.

3.3 Herausforderungen durch Industrie 4.0

Wie aus dem durch Freudenberg IT initiierten IT Innovation Readiness Index 2014 hervorgeht, sind bei der Umstellung auf vernetzte und digitalisierte Anwendungen in den Unternehmen fünf komplexe Herausforderungen zu meistern¹²:

- Effizienzsteigerung mit dem Ziel der Kostensenkung
- immer individuellere Kundenanforderungen an die Industrie
- Innovationsdruck und kürzere Markteinführungszeiten (Time-to-Market)
- Internationalisierung/Globalisierung
- Fachkräftemangel in der Produktion aufgrund des demografischen Wandels

Diese Punkte sind einerseits als Treiber der Entwicklungen zu sehen, andererseits zeigen sie auch die Hindernisse und (mittelfristig) zu lösenden Probleme auf, die auf praktischer Seite von den Unternehmen in Angriff genommen werden sollten. Aber auch die strategisch-politische Ebene ist hier gefragt, Impulse und Rahmenbedingungen zu setzen.

Mit Sage, der Software AG und der Telekom sowie weiteren US-amerikanischen (z.B. IBM und HP) und asiatischen Unternehmen, verfügt Hessen über eine in ihrer Konzentration weltweit beachtliche IT-

¹⁰ Heng, Stefan (2014): Industrie 4.0 – Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor. In: Deutsche Bank Research – Aktuelle Themen – Branchen. 4. Februar 2014, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000328961/Industrie+4_0%3A+Upgrade+des+Industriestandorts+Deutschland+steht+bevor.pdf [Stand 28.01.2015]

¹¹ SAS Deutschland (2013): Auswertung von Maschinendaten – Ergebnisse einer Befragung von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, Heidelberg, S. 6.

¹² Freudenberg IT (2014): IT Innovation Readiness Index 2014, Weinheim. Online verfügbar unter: <http://www.freudenberg-it.com/de/it-innovation-readiness-index-2014/teil-10-2014.html> [Stand 17.02.2015]

Kompetenz. Hierdurch könnte Deutschland eine Vorreiterrolle in der Anwendung von Industrie 4.0 erlangen. Gleichzeitig stehen mit einigen übergeordneten Aktivitäten und Ansätzen auf Länder- und Bundesebene (z.B. Plattform Industrie 4.0, vgl. Kapitel 6.3) bereits Ansätze für den Wissenstransfer, Beratung und gemeinsames Handeln zur Verfügung.

3.4 Voraussetzungen für die Umsetzung von Industrie 4.0

Für den Einsatz von Industrie 4.0-Anwendungen und deren praxisnaher Weiterentwicklung müssen verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein, die nur partiell im Handlungsbereich der Unternehmen liegen. Der Wirtschaftsrat Deutschland hat diese Ausgangsbedingungen in seinem Positionspapier zu Industrie 4.0 zusammengefasst.¹³

Demnach ist es zum Beispiel notwendig, branchenübergreifend gemeinsame Standards und Normen zu definieren, um eine reibungslose Zusammenarbeit verschiedener Unternehmen auch bei hohem Technisierungs- und Digitalisierungsgrad zu ermöglichen. Hier sind alle Akteure gefragt, ihr Know-how einzubringen und ihren Bedarf zu definieren, denn Standardisierung ist einerseits eine technische Herausforderung, andererseits aber auch eine Frage der Umsetzung in den Unternehmen.

	≥ 1 Mbit/s	≥ 2 Mbit/s	≥ 6 Mbit/s	≥ 16 Mbit/s	≥ 30 Mbit/s	≥ 50 Mbit/s
Hessen						
Städtisch	100,0	100,0	99,0	92,4	86,5	82,1
Halbstädtisch	99,2	98,6	91,3	65,4	51,8	44,2
Ländlich	96,9	95,8	84,5	48,3	34,1	23,5
Deutschland						
Städtisch	100,0	99,9	98,7	91,5	87,0	82,3
Halbstädtisch	99,6	99,0	93,3	70,1	58,4	48,7
Ländlich	97,3	96,1	84,8	50,7	32,9	20,5

Tabelle 1: Breitbandversorgung in städtischen, halbstädtischen und ländlichen Regionen in Hessen und Deutschland – Anteil der potenziell versorgten Haushalte

Quelle: Eigene Darstellung nach TÜV Rheinland (2014)

Der Austausch und das Speichern von Daten zu den verschiedensten Prozessen entlang der Wertschöpfungsketten ist eines der Kennzeichen von Industrie 4.0-basierten Anwendungen. Ohne den permanenten Zugriff auf Daten können die Systeme nicht arbeiten. Dafür ist eine entsprechend leistungsfähige Breitbandinfrastruktur von mehr als 50 Mbit/s notwendig. Die Daten des Breitbandatlas und aus HESBIS lassen erkennen, dass hier zumindest in einigen Regionen Hessens noch starker Handlungsbedarf vorliegt. Zwar sind die Agglomerationsräume bereits gut erschlossen (allen voran der Großraum Frankfurt), in weiten Teilen des Landes ist Breitband jedoch noch keine allorts verfügbare Infrastruktur, wie die Zahlen des TÜV Rheinland belegen (vgl. Tabelle 1 und Abbildung 3).¹⁴ Dies ist ein wesentliches Hindernis für die An-

¹³ Wirtschaftsrat Deutschland (Hrsg.) (o.J.). Positionspapier des Wirtschaftsrates. Industrie 4.0. Die Zukunft der deutschen Industrie gestalten, Berlin. Online verfügbar unter: [http://www.wirtschaftsrat.de/wirtschaftsrat.nsf/id/AD3959CD76451FB7C1257808004B3ACF/\\$file/Positionspapier_Industrie%204.0.pdf](http://www.wirtschaftsrat.de/wirtschaftsrat.nsf/id/AD3959CD76451FB7C1257808004B3ACF/$file/Positionspapier_Industrie%204.0.pdf) [Stand 15. Januar 2015]

¹⁴ TÜV Rheinland (2014): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2013 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Teil 1: Ergebnisse, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2014-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile [Stand 11.02.2015]

siedlung von Wirtschaft und Bevölkerung und beeinträchtigt die Modernisierungsaktivitäten der bestehenden Unternehmen.

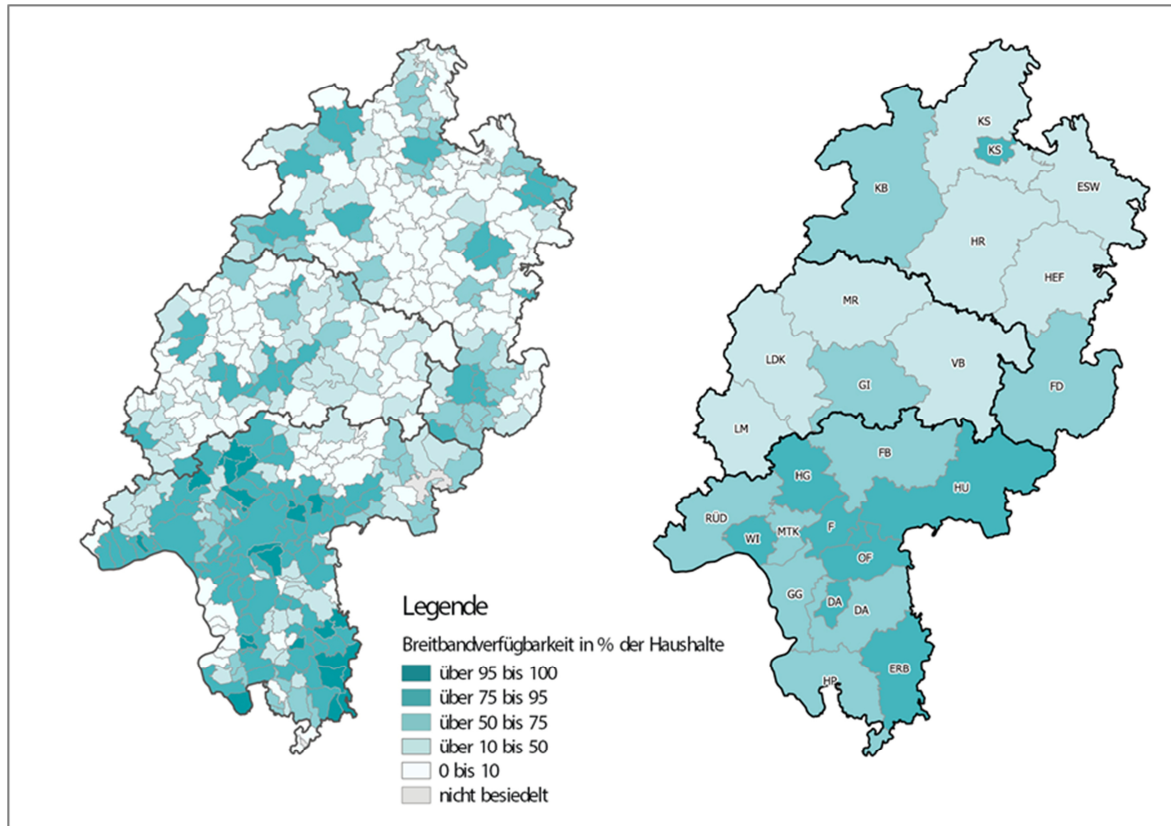


Abbildung 3: Breitbandverfügbarkeit in Hessen – Anteil versorgter Haushalte in den Kreisen und kreisfreien Städten (links) sowie den Gemeinden Hessens

Quelle: Eigene Darstellung nach Breitbandatlas / TÜV Rheinland / BMVI, Stand: Januar 2015

Auch die differenzierte Betrachtung des Themas Datenschutz und Datensicherheit sowie die Entwicklung ausreichender Sicherheitssysteme und Vorgaben ist eine Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Einsatz. Hier bedarf es einheitlicher Vorgaben und Regelungen, um den Unternehmen ausreichend Sicherheit im Umgang mit (sensiblen) Daten zu geben und sie so zu einem verstärkten Einsatz von Industrie 4.0-Anwendungen zu ermutigen.

Daneben gibt es weitere Herausforderungen, z.B.:

- Finanzierung der Modernisierungsprozesse – z.B. über Kredite und Förderung
- Hintergrundwissen zu:
 - den (individuellen) Einsatzmöglichkeiten von Industrie 4.0
 - den technischen und infrastrukturellen Voraussetzungen
 - den Vorteilen durch den Einsatz von Industrie 4.0
 - Veränderungen im Produktions- und Kommunikationsablauf, die die gesamte Wertschöpfungskette beeinflussen.

Diese Herausforderungen müssen in einer von Wirtschaft und Politik getragenen Strategie adressiert und Unterstützungs- und Informationsangebote für alle Akteure und Zielgruppen bedarfsgerecht entwickelt werden.

4 Der Begriff Industrie 4.0 – Definitionen und Alternativen

Industrie 4.0 ist ein Kunstbegriff, der sich (wie oben bereits beschrieben) aus der Erkenntnis ergibt, dass sich mit dem verstärkten Einsatz von IT-basierten, vernetzten und vernetzenden Technologien und Anwendungen die Produktion und vor- und nachgelagerten Stufen der Wertschöpfungsketten stark verändern werden. Somit befinden wir uns mitten in der sogenannten vierten Industriellen Revolution. Mit dem Begriff Industrie 4.0 ist eine Vielzahl von Begriffen verbunden, mit denen die technischen Neuerungen und Möglichkeiten dargestellt werden (vgl. Kapitel „Begriffe, die mit Industrie 4.0 eng verknüpft sind“ im Anhang). Je nach Blickwinkel und Zielsetzung lassen sich daraus verschiedene Definitionen für Industrie 4.0 ableiten – eine allgemeingültige Definition gibt es jedoch nicht. Der Begriff Industrie 4.0 gerät dabei immer mehr in die Kritik und wird vor allem von den Unternehmen als sperrig und nicht greifbar wahrgenommen. Es erscheint daher notwendig, „Industrie 4.0“ kritisch zu betrachten und nach Alternativen zu suchen, mit denen auch die Entscheider auf der Umsetzungsebene angesprochen werden.

Es gibt eine Vielzahl von Begriffen, die mit Industrie 4.0 eng verbunden sind und teilweise sogar synonym Verwendung finden. Dazu gehören unter anderem die Folgenden¹⁵:

- Cyber-Physische-Systeme oder Cyber Physical Systems (CPS)
- Big Data
- Cloud
- Data Security
- Embedded System – Eingebettetes System
- Energieeffizienz und Dezentralisierung
- Intelligente Fabrik (Smart Factory)
- Internet der Dienste
- Internet der Dinge
- Interoperabilität
- Mensch-Maschine-Interaktion
- Smart Factory – Fabrik 4.0
- Smart Product – Intelligentes Produkt
- Vernetzung 2.0
- 3D-Druck

4.1 Allgemeine Definitionen

Industrie 4.0 ist ein Zukunftsprojekt, das vor allem mit technologie-, wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Standortperspektiven in Verbindung gebracht wird. Der Begriff Industrie 4.0 beschreibt die Prozessoptimierung der gesamten Wertschöpfungskette. Durch die intelligente Digitalisierung und Vernetzung der einzelnen (Teil-)Bereiche entsteht ein hohes Maß an Flexibilität, besonders im Hinblick auf Produktanforderungen (Spezifikationen, Qualität, Design), Volumen (was ist notwendig), Zeitpunkt (wann ist es notwendig) und Kosten (was ist erforderlich). Infolge der Optimierung der Wertschöpfungskette sind

¹⁵ Kurze Beschreibungen / Definitionen zu diesen Begriffen finden sich im Anhang dieser Studie.

die Erzeuger von Produkten und Diensten in der Lage, Kundenwünsche ressourceneffizient, flexibel und auf Abruf bearbeiten zu können. Durch die Integration eines netzwerkzentrierten Ansatzes wird der Verwertung der Produkt- und Netzwerkinformationen eine hohe Bedeutung zugeschrieben. Dieser Ansatz benötigt eine sichere und stabile Anwendung von IKT sowie moderne und individuelle Herstellungstechniken.

Inzwischen gibt es eine ganze Reihe von Definitionen für den Begriff und den Prozess „Industrie 4.0“, die sich vor allem in ihrer inhaltlichen Schwerpunktsetzung unterscheiden.¹⁶ Aus diesen Überlegungen lassen sich drei Hauptdimensionen von Industrie 4.0 ableiten, die eine Basis für eine eigene, der praktischen Umsetzung in Hessen angemessenen Definition bieten.

Während im deutschsprachigen Raum unter dem Begriff Industrie 4.0 alle technischen und prozessualen Aspekte der Vernetzung und Prozessoptimierung subsummiert werden, gibt es im Englischen eine Reihe von Begriffen, die einzelne Bereiche von Industrie 4.0 aufgreifen. „Smart“ ist hier das wesentliche Stichwort, das in nahezu beliebiger Konstellation benutzt wird, um internetbasierte Kommunikation und Produktion zu verschlagworten. Im Kontext der Digitalen Agenda der EU finden sich z.B. die folgenden Begriffe¹⁷, die insbesondere in Europa, USA und China für intelligentes Fertigungssystem bzw. eine Vielfalt an Modernisierungsmaßnahmen in der Wertschöpfungskette verwendet werden:

- Industrial Internet
- Internet of Things
- Smart/Advanced Manufacturing
- Smart Production
- Smart Factory
- Factory of the future
- Virtual factory

4.2 Alternativen zum Begriff Industrie 4.0

Die Definitionen des Begriffs Industrie 4.0 sind sehr weit gefasst und berücksichtigen eine Vielzahl verschiedener Aspekte. Der Begriff selbst spiegelt das jedoch nicht wider. Die Beschränkung auf „Industrie“ im Begriff hat eine Beschränkung der Sichtweise zur Folge – viele Unternehmer aber auch andere Akteure fassen „Industrie 4.0“ zu eng, als nur für die Industrie relevant und können so eigene Aktivitäten in diesem Bereich nicht zuordnen („Industrie 4.0 machen wir nicht“). Für eine aktive Beteiligung der verschiedenen Akteure und das Vorantreiben der positiven und zukunftsorientierten Entwicklungen ist es daher notwendig, den Begriff kritisch zu behandeln und Alternativen in Betracht zu ziehen, die einen weniger starken Fokus auf die Industrie haben und die gesamte produktive Wirtschaft ansprechen.

Aus den bereits existierenden Definitionen und einem allgemeinen Verständnis des Begriffs lassen sich drei Anforderungsbereiche zusammenfassen:

Es muss eine hochwertige, netzzentrierte Kommunikation zwischen den Akteursgruppen, Menschen und Systemen sowie in der gesamten Wertschöpfungskette, einschließlich der Endnutzer, errichtet werden. Es muss auf allen Ebenen eine Digitalisierung von Informationen und Kommunikation bei allen Wertschöpfungspartnern und in den Produktionsprozessen entstehen.

¹⁶ Einige der wichtigsten Definitionen aus dem deutschsprachigen Raum finden sich im Anhang dieser Studie.

¹⁷ Europäische Kommission (Hrsg.) (2015): Smart Manufacturing, Brüssel. Online verfügbar unter: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-manufacturing> [Stand 28.01.2015]

Es müssen flexible und intelligente Fertigungstechnologien eingesetzt werden, welche sich ad hoc auf veränderte Anforderungen im Prozess einstellen können.

Kurz: es geht um Kommunikation, Vernetzung, Effizienz und Flexibilität in allen Bereichen der Produktion. Dabei ist Produktion ganz ausdrücklich nicht auf die industrielle Fertigung beschränkt, sondern umfasst auch alle vor- und nachgelagerten Bereiche der Wertschöpfungskette wie Produktentwicklung, interne und externe Kommunikation, Logistik, etc.

In diesem Kontext erscheint es sinnvoll, dem Vorschlag des Zentralverbands des Deutschen Handwerks (ZDH) zu folgen, nach dem diese Prozesse und Anwendungen besser unter dem Oberbegriff „Wirtschaft 4.0“ kommuniziert werden können. Denn: „Letztlich ist die gesamte Wirtschaft als Anbieter und Nutzer digitaler Problemlösungen davon berührt. Dazu kommen die gesellschaftspolitischen und bildungspolitischen Herausforderungen bei der Vermittlung der notwendigen, digitalen Kompetenzen“.¹⁸ Die Vernetzung der Wertschöpfungsketten kann so in einem gesamtwirtschaftlichen Kontext wahrgenommen und kommuniziert werden. Vor allem für die Beteiligung verschiedener nicht-industrieller Akteure und Akteursgruppen (wie z.B. Handwerksbetriebe und -kammern) an der Einführung und Stärkung vernetzter Anwendungen und Prozesse ist es notwendig, den Begriff weiter und offener zu fassen.

Oft wird für einzelne Anwendungsfelder und Branchen der Begriff „Intelligenz“ genutzt (z.B. ITS – Intelligente Transport- und Verkehrssysteme Hessen, Intelligentes Sparen, Intelligentes Haus, Intelligentes Stromnetz, etc.). Abgeleitet aus dem im englischen Sprachgebrauch etabliertem „Smart ...“ ist „Intelligente...“ ein inzwischen inflationär genutzter Begriff, der eher als Schlagwort und Werbebotschaft eingeordnet werden sollte. Für einzelne Projekte, Produkte, Prozesse und Angebote ist dies durchaus sinnvoll und fördert möglicherweise das Verständnis und die Ansprache der Zielgruppe(n). Für eine umfassende Einordnung der komplexen Inhalte, die unter „Industrie 4.0“ zusammengefasst werden, erscheint es jedoch nicht optimal.

4.3 Wirtschaft 4.0 – Hessen vernetzt und effizient

Ein neuer Claim könnte z.B. „Wirtschaft 4.0 – Hessen vernetzt und effizient“ lauten. Hierunter werden Prozesse und Anwendungen verstanden, die durch den Einsatz moderner IKT-Technologien und -Produkte, Kommunikation, Vernetzung, Effizienz und Flexibilität in allen Bereichen der Produktion unterstützen. „Wirtschaft 4.0“ umfasst alle Ebenen der Wertschöpfungsketten, sowohl innerhalb eines Unternehmens als auch zwischen Unternehmen (Zulieferer, Auftraggeber) und im Kundenverhältnis.

Der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) bemüht sich bereits auf Bundesebene um eine Erweiterung des Begriffs „Industrie 4.0“ auf „Wirtschaft 4.0“, um alle relevanten Bereiche der Wertschöpfungsketten anzusprechen. Der ZDH steht hierfür mit dem Bundeswirtschaftsministerium in Kontakt und bemüht sich auch, das gesamte Thema der Digitalisierung für eine breitere Zielgruppe über die Grenzen der Industrie hinaus zugänglich zu machen.¹⁹

Für eine Ausgestaltung des Begriffs in der Praxis sind drei Hauptdimensionen relevant:

- Ressourceneffiziente/Energieeffiziente Produktion
- Wirtschaft
- Gesellschaft

¹⁸ Zentralverband des Deutschen Handwerks (2014): Breitbandausbau: „Tempo anziehen!“, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.zdh.de/presse/interviews/archiv-interviews/breitbandausbau-tempo-anziehen.html> [Stand 23.01.2015]

¹⁹ ebenda

DIMENSION „RESSOURCENEFFIZIENTE/ENERGIEEFFIZIENTE PRODUKTION“

Die Themen Klimawandel und Ressourcenknappheit beeinflussen Strategien und Aktivitäten aller Akteure im Bereich Industrie 4.0. Die Kombination aus dezentralen erneuerbaren Energien und CO₂-neutralen Technologien in der Fertigung bietet ein großes finanzielles Potenzial für Unternehmen. Durch moderne IKT-basierte Technologien sind Unternehmen zukünftig immer mehr in der Lage, Energie autark zu produzieren oder regional zu beziehen (oder zur Verfügung zu stellen). Dadurch gewinnt Energie als Standortfaktor eine neue Bedeutung.

Das Verhältnis zwischen Input (Ressourcen und Energie) und Output (Produkte) wird sich für die Hersteller weiter verschieben – mehr Produkte (in Zahl und Art) müssen mit weniger Aufwand produziert werden. Mit Industrie 4.0 kann die gesamte industrielle Produktion von der Entwicklung bis zur Auslieferung (und darüber hinaus) unterstützt werden, um eine höhere Produktions-, Energie- und Ressourceneffizienz zu erreichen. Industrie 4.0 ermöglicht individuelle Produkte, Lösungen und Dienste, um die besten Voraussetzungen für eine systematische und kontinuierliche Optimierung der energieeffizienten Produktion zu schaffen. Ein Beispiel hierfür ist der 3D-Druck. Auch wenn der 3D-Druck auf absehbare Zeit nicht bei der Produktion von Massenware mit dem Spritzgussverfahren konkurrieren können, bieten sich in einer Reihe von Anwendungsfeldern bereits deutliche Vorteile durch die hohe Flexibilität und die Möglichkeit, kleinste Losgrößen wirtschaftlich zu produzieren, die im Spritzgussverfahren nicht wirtschaftlich produzierbar wären. Der Formgebung sind bei diesem Verfahren nahezu keine Grenzen gesetzt. Selbst komplexe Teile können in der Maschine schon fertig montiert hergestellt werden. Die 3D-Drucker können zukünftig auch einen Einfluss auf die Vertriebsstrukturen haben, da durch die Inhouse-Produktion ein Großteil der Lagerhaltung und Lieferketten entfällt.²⁰

Neue Perspektiven für eine nachhaltige Optimierung der Wettbewerbsfähigkeit, eine noch energieeffizientere Produktion, weniger Abgasemissionen und ein besseres Energiemanagement in der Industrie sind hier relevante Schlagworte. Um eine energieeffiziente Produktion zu ermöglichen, ist ein perfektes Zusammenspiel aller am Fertigungsprozess beteiligten Komponenten notwendig – Industrie 4.0 ermöglicht eine intelligente Vernetzung aller Komponenten, um eine maximale Energieeffizienz, Produktivitätssteigerung und nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu erzielen.

DIMENSION „WIRTSCHAFT“

Der Übergang zur vierten Industriellen Revolution ist die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen (z.B. Embedded Systems mit Cyber-Physischen-Systemen, IPV6 und betriebswirtschaftlichen Prozessen) zur dynamischen Bewältigung von komplexen Systemen und Abläufen. Industrie 4.0 ermöglicht es dem produzierenden Gewerbe, die physikalische und die virtuelle Welt noch enger zu verknüpfen. Insbesondere Unternehmen des produzierenden Gewerbes und der Softwareindustrie können durch neue technologische Ansätze wie z.B. Smart Factory ihre Wettbewerbsposition im regionalen, nationalen, aber auch im globalen Zusammenhang behaupten und stärken. Voraussetzung für eine sichere Digitalisierung der Produktionsabläufe und eine horizontale und vertikale Verknüpfung von Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette sind einheitliche technische und prozessuale Standards sowie die Bereitstellung notwendiger Infrastrukturen – allen voran Breitband.

²⁰ Zentrum Ressourceneffizienz (2014): Additive Manufacturing, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.ressource-deutschland.de/instrumente/einzelansicht/?tx_innovationsradar_pi1%5Bid%5D=57&tx_innovationsradar_pi1%5Bstadium%5D=none&tx_innovationsradar_pi1%5Bcategory%5D=none&tx_innovationsradar_pi1%5Bpage%5D=11&cHash=069a01f9418565831b195a01c30a5af2 [Stand 10.02.2015]

DIMENSION „GESELLSCHAFT“

Auch die vierte Industrielle Revolution bringt soziale Fragen mit sich. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Sensibilisierung der Bevölkerung für die gesellschaftlichen Auswirkungen der Digitalisierung (z.B. durch Investitionen in Grundlagenforschung und Gesellschaftswissenschaften). Ein verbindendes Element aller Bereiche von Industrie 4.0 ist die Vernetzung von Wissen(-schaft) und die Schaffung von Kommunikationsgrundlagen, wodurch Wissen transformiert und in die Praxis überführt werden kann. In diesem Kontext versucht Industrie 4.0 die gesellschaftliche und soziale Verantwortung miteinander zu verknüpfen. Insofern bedeutet die Umsetzung von Industrie 4.0 eine gesamtgesellschaftliche Anstrengung, um eine branchenübergreifende Vernetzung mit gemeinsamen Normen und Standards sowie eine sichere und stabile Infrastruktur zu ermöglichen, die bis in die Organisation von Arbeitsumgebungen und -zeiten hineinreicht. Industrie 4.0 bietet die Möglichkeit einer innovativen Arbeits-, Qualifizierungs- und Sozialorganisation, die zu einer nachhaltigen Entwicklung der Fähigkeiten und Profile der Beschäftigten führt.

5 Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0

Zur Umsetzung von Industrie 4.0, zum Einsatz und zur Etablierung neuer vernetzter und digitaler Prozesse und Anwendungen, zur weiteren Forschung und Entwicklung in diesem Bereich, für die (Weiter-)Bildung und die Schaffung von Akzeptanz für Veränderungen ist eine Vielzahl von Aktivitäten notwendig. Beispiele hierfür gibt es sowohl im internationalen aber auch im nationalen Kontext – einige von ihnen bauen aufeinander auf, andere stehen eher für sich. Die folgenden Kapitel geben eine Übersicht über solche Aktivitäten, aber auch über die involvierten und zu involvierenden Akteure im Gebiet Industrie 4.0. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf Hessen, aber auch die anderen Bundesländer, bundesweite Aktivitäten/Akteure und das europäische und internationale Ausland werden betrachtet.

5.1 Internationale Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0

USA

Die deutsche Initiative „Industrie 4.0“ heißt in den USA seit 2013 „AMP 2.0“, abgeleitet von dem Begriff „Advanced Manufacturing Partnership“. Die US-Regierung unternimmt aktuell den Versuch, mit einer aktiven Industriepolitik die ehemals starke Fertigungsindustrie zu fördern, neue Technologien zu sichern und Arbeitsplätze zu schaffen. Hierzu hat Präsident Obama bereits im Sommer 2011 das Vorgängerprogramm Advanced Manufacturing Partnership (AMP) ins Leben gerufen, eine privatwirtschaftliche Organisation, die eine Plattform für Vertreter der Forschung, Wirtschaft und Politik bietet. Ziel war es, gemeinsam eine Strategie zur Verstärkung von Investitionen und Förderung für die Entwicklung neuer Technologien zu entwickeln. Der Lenkungsausschuss des AMP 2.0 setzt sich, wie zuvor im Vorgängerprogramm AMP, aus den Präsidenten der Top Universitäten für Ingenieurwesen (MIT, Berkeley, Stanford, CMU, Michigan und GIT) und aus den CEOs führender US-Unternehmen (z.B. Caterpillar, Siemens, Corning, Dow Chemical, Ford, Honeywell, Intel, Johnson & Johnson, Northrop Grumman, Procter & Gamble und United Technologies) zusammen.²¹

Die Prioritäten des Lenkungsausschusses des AMP 2.0 sind die Erhaltung von US-Investitionen in Wissenschaft, die Förderung von Technologien und Innovationen sowie die Schaffung eines nationalen Netzes von Fertigungsindustrie, Innovations-Instituten und öffentlich-privaten Partnerschaften. Ziel ist es, gemeinsam High-Tech-Einrichtungen zu bauen und zu nutzen und die USA als Vorreiter für neue Technologien zu etablieren. Weitere Schwerpunkte liegen in der Entwicklung und Implementation von Trainingsprogrammen für Community-College-Mitarbeiter, einer Verbesserung des Geschäftsklimas für Investitionen (z.B. durch steuerliche Erleichterungen, regulatorische Anpassungen und Handelsreformen) sowie in ressourcen- und energieeffizienter Produktion.²²

So wurden im Herbst 2013 drei neue Fertigungs-Innovations-Institute für die Bildung eines nationalen Netzwerks für Produktionsinnovationen eröffnet. Die Förderung für Plattformen für einen Wissensaustausch

²¹ Advanced Manufacturing National Program Office (2015): About the Advanced Manufacturing Partnership 2.0, Gaithersburg. Online verfügbar unter: <http://www.manufacturing.gov/amp.html> [Stand 28.01.2015]

²² The White House (2013): President Obama launches advanced manufacturing partnership steering committee „2.0“, Washington D.C.. Online verfügbar unter: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/09/26/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership-steering-com> [Stand 10.02.2015]

tausch beläuft sich auf ca. 700 Mio. Euro,²³ für Volkshochschulen, die zusammen mit der Industrie an neuen Personalentwicklungs- und Ausbildungskooperationen arbeiten, wurde ein Fond in Höhe von 8 Mrd. US Dollar eingerichtet.

Darüber hinaus hat die amerikanische Regierung im Jahr 2013 mehr Mittel für Forschung & Entwicklung (F&E) in der Fertigungstechnik freigegeben. Zusätzlich erhielt das National Institute of Standards and Technology (NIST) den Auftrag (und ein entsprechendes Budget), über die Bereitstellung von Forschungseinrichtungen und Know-how die technische Unterstützung für die inländische verarbeitende Industrie zu erbringen. Das NIST ist auch für die Errichtung und Pflege des Advanced Manufacturing Portal zuständig. Dieses wurde auf Empfehlung der AMP eingerichtet und soll die Vernetzung zwischen Behörden, Universitäten und privaten Initiativen erleichtern. Zusätzlich besitzt das Networking und das Information Technology Research and Development (NITRD) Programm 18 Forschungseinrichtungen, um die Forschung in verschiedenen IT-Domänen einschließlich Mensch-Computer-Interaktion und Informationsmanagement zu koordinieren. Im Jahr 2011 stand der NITRD hierfür ein Budget von mehr als 3 Milliarden US Dollar zur Verfügung. Die „Jobs and Innovation Accelerator Challenge-Initiative“ der US-Regierung investiert im Bereich der fortgeschrittenen Fertigung.

CHINA²⁴

China ist ebenfalls bestrebt, seine Maschinenbauindustrie zu erweitern. Der 12. Fünfjahresplan (2011 - 2015) verfolgt das Ziel, die Abhängigkeit Chinas von ausländischen Technologien zu verringern und das Land gleichzeitig zum weltweiten Technologieführer in sieben „strategischen Branchen“ zu machen, einschließlich High-End-Equipment Manufacturing und einer neuen Generation der Informationstechnologie. Um diese Ziele zu erreichen, stellt die chinesische Regierung bis zum Jahr 2015 insgesamt 1,2 Billionen Euro zur Verfügung, in erster Linie um Angebot und Nachfrage durch Subventionen, Steuervergünstigungen und andere finanzielle Anreize zu stimulieren.²⁵ China will zudem die Investitionen in Forschung und Entwicklung bis 2015 deutlich erhöhen. Des Weiteren soll der chinesische Werkzeugmaschinenektor durch die Entwicklung von „intelligenten Fertigungsanlagen“, „intelligenten Steuerungssystemen“ und „High-Class-numerisch gesteuerten Maschinen“ gestärkt werden, wobei in der IKT das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) und dessen Anwendungen, wie z.B. industrielle Steuerung und Automation, im Mittelpunkt stehen.

Das IoT ist eine der Entwicklungsprioritäten Chinas. Im Rahmen der ersten chinesischen „Internet of Things Conference“ im Jahre 2010 wurde das erste nationale IoT-Center eröffnet. Dem Forschungszentrum wurde ein Budget von knapp 100 Mio. Euro zugeteilt, um grundlegende IoT-Technologien und die damit verbundenen Normungsanforderungen zu untersuchen. Bis zum Jahre 2015 plant Chinas Regierung, ca. 678 Mio. Euro in die Weiterentwicklung des Internet der Dinge und dessen Branchen zu investieren. In der Stadt Wuxi in der Provinz Jiangsu wurde eine „Internet der Dinge Innovationszone“ eingerichtet, in

²³ Advanced Manufacturing National Program Office (2015): From Discovery to scale up: About the national network for Manufacturing Innovation, Gaithersburg. Online verfügbar unter: <http://manufacturing.gov/nmii/overview.html> [Stand 28.01.2015]

²⁴ Kubach, Tim (2011): Chinas 12. Fünfjahresplan für 2011-2015: Prioritäten, Zielvorgaben, Projekte. In: China Analysis, Universität Trier. Online verfügbar unter: http://www.chinapolitik.de/resources/no_90.pdf [Stand 28.01.2015]

²⁵ Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance, acatech (Hrsg.) (2013): Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf [Stand 28.01.2015], S. 70.

der sich inzwischen eine Vielzahl technologieorientierter Unternehmen und Forschungseinrichtungen angesiedelt hat. Diese Zone umfasst rund 300 Unternehmen mit mehr als 70.000 Arbeitsplätzen.²⁶

INDIEN

Informations- und Kommunikationstechnologie sind seit Anfang der 90er Jahre der am schnellsten wachsende Bereich der indischen Wirtschaft. Indien bietet mit einer Bevölkerung von 1,2 Mrd. Einwohnern, einer liberalisierten Wirtschaftsordnung und einer grundsätzlich fortschrittsorientierten sowie technikaffinen Bevölkerung exzellente Standortfaktoren. Aufgrund zahlreicher Ingenieurs- und Informatik-Institute gibt es in Indien eine große Anzahl qualifizierter und englischsprachiger Arbeitskräfte. Besondere Stärken der seit Jahren kontinuierlich wachsenden IT-Branche liegen im Bereich IT-Dienstleistungen und Softwareentwicklung. Dies wird durch eine aktuelle Studie des Unternehmens Zebra Technologies bestätigt. Demnach sind indische Unternehmen in Bezug auf die Übernahme und der Nutzung des Internet der Dinge-Technologie weltweit führend.²⁷ Aufgrund der günstigen Standortfaktoren lagern zahlreiche internationale Konzerne die Entwicklung von Software an indische Firmen aus oder gründen dafür eigene Niederlassungen in Indien. Die gute wirtschaftliche Entwicklung der indischen Industrie verstärkt ebenfalls die Nachfrage nach Produkten und Technologien aus Deutschland. So ist die Bundesrepublik inzwischen der wichtigste Handelspartner Indiens innerhalb der EU und steht als Abnehmer indischer Waren weltweit an achter Stelle.²⁸

Innovationsförderung ist eine der wichtigsten Prioritäten des indischen Fünfjahresplans (2012 - 2017). Indien investiert in die öffentliche und private Forschung & Entwicklung knapp zwei Prozent des nationalen BIP. Im Jahr 2011 wurde das Projekt „Cyber-Physical Systems Innovation Hub“ unter der Schirmherrschaft des Ministeriums für Kommunikation und Informationstechnologie ins Leben gerufen, um in einer Vielzahl von Bereichen (einschließlich der humanoiden Robotik) zu forschen. Darüber hinaus gründete Bosch im November 2011 die Forschungsstelle für CPS am Indian Institute of Science in Bangalore, einem der weltweit führenden Technologie-Cluster. Das Robert Bosch Centre for Cyber Physical Systems ist allerdings nur eines der zahlreichen Forschungs- und Entwicklungszentren im Cluster Bangalore. Im viertgrößten IT-Cluster der Welt arbeiten mehr als 250.000 Menschen in knapp 1.900 Unternehmen. Neben Bosch haben sich hier weitere internationale Unternehmen wie Siemens, SAP, Intel, Cisco oder Oracle mit F&E-Einrichtungen niedergelassen. Aber auch einheimische Großkonzerne wie Infosys Technologies, tata consultancy services, Tech Mahindra oder Wipro Technologies sind am Standort Bangalore angesiedelt.²⁹

Durch vergleichsweise geringe Kosten und gut ausgebildete Fachkräfte ist Bangalore für Unternehmen attraktiv. Die Kosten für Dienstleistungen und Produkte betragen hier nur 30 Prozent gegenüber den Kosten in entwickelten Ländern, und die Region verfügt über gut ausgebildete Absolventen und Fachkräfte.³⁰

²⁶ Wuxi Investment Promotion Bureau (2015): Internet of Things and Cloud Computing Industry, Wuxi. Online verfügbar unter: <http://www.wxipb.com/en/character.aspx?sort=003> [Stand 28.01.2015]

²⁷ Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance, acatech (Hrsg.) (2013): Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf [Stand 28.01.2015], S. 71

²⁸ Auswärtiges Amt (2014): Kurzcharakterisierung der indischen Wirtschaft, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Indien/Wirtschaft_node.html [Stand 10.02.2015]

²⁹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf [Stand: 16.10.14], S. 75

³⁰ Kooperation international (2013): Cluster Bangalore, Bonn, Düsseldorf. Online verfügbar unter: <http://www.kooperation-international.de/innovationsportal/clusterportal/cluster-bangalore.html> [Stand 18.02.2015]

Zudem ist die Regierung des Bundesstaates Karnataka sehr unternehmensfreundlich eingestellt und hat durch das Einrichten von Sonderwirtschaftszonen günstige Rahmenbedingungen geschaffen. Durch finanzielle Unterstützung konnten Technologieparks errichtet und staatliche und private Forschungseinrichtungen gefördert werden. Zusätzlich ergreift die Regierung infrastrukturelle Maßnahmen, um den Zuwachs auffangen zu können, indem bereits bestehende Technologieparks ausgebaut werden und neue Standorte geschaffen werden.

BRASILIEN

In den letzten beiden Jahrzehnten hat Brasilien eine bemerkenswerte Entwicklung erlebt. Hierzu haben u.a. das Wirtschaftswachstum, die makroökonomische Stabilität und der Abbau von sozialen Ungleichgewichten beigetragen. Da die brasilianische Industrie derzeit nur mit 13 Prozent zum inländischen BIP beiträgt, bietet sich Industrie 4.0 als Antriebskraft einer Modernisierung der Industrie an. Allerdings fehlt es für eine erfolgreiche Nutzung dieses Potenzials zurzeit noch an einigen Rahmenbedingungen.³¹ So mangelt es laut Edouard Mekhalian, Generaldirektor von Kuka Roboter do Brasil, u.a. an Robotern. Zum Vergleich: Nach Zahlen des Internationalen Roboterverbandes fallen in Deutschland auf 10.000 Mitarbeiter 270 einsatzbereite Industrieroboter. Während der weltweite Durchschnitt bei 58 Robotern liegt, bringt es Brasilien auf lediglich 7,3 Roboter pro 10.000 Arbeiter.³²

Die brasilianische Luft- und Raumfahrt hingegen ist bereits mitten in der Umsetzung des Konzepts der digitalen Fabrik. Der viertgrößte Flugzeugbauer der Welt „Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.“ mit Sitz in São José dos Campos hat für die Umsetzung der ersten digitalen Fabrik ein 3-D-Modell mit kompletter bildlicher Darstellung des Produktionsprozesses für den Flugzeugtyp Legacy 500 entwickelt. Um die Effizienz in der Produktion zu steigern, startete der Verein Deutscher Ingenieure Brasilien (VDI Brasilien) in Zusammenarbeit mit Unternehmen und anderen Verbänden die Initiative +ProPro – Mehr Produktivität in der Produktion. Sie soll die Erfolgsgeschichten zwischen Ingenieuren und den für die Organisation und Planung der Produktion zuständigen Mitarbeiter teilen. Die Initiative dient dem Informationsaustausch (z.B. durch Firmenbesuche und Vorträge) sowie der Vorstellung von „best practice“ Projekten.³³

JAPAN

Japan ist nach den USA und der VR China weiterhin die weltweit drittgrößte Volkswirtschaft.³⁴ Japanische Unternehmen gehören zu den Vorreitern bei wichtigen Zukunftstechnologien wie Solarzellen, Kohlenfasern und Batterien für Elektrofahrzeuge oder Robotik. Deutschland und Japan sind stark im Maschinenbau und der Produktion. Beide Nationen können ihre globale Wettbewerbsfähigkeit jedoch nur durch ständige Innovationen und die Einführung neuer Technologien erhalten. Aus diesem Grund legt Japan ein besonderes Augenmerk auf moderne Produktionsmethoden japanischer Unternehmen und deren kontinuierlicher Verbesserung. Dieser neue industrielle Trend hat eine enorme Bedeutung für Japan, da seine Wirtschaft von einem starken produzierenden Sektor abhängig ist – ganz ähnlich wie Deutschland. So folgt die japanische Autoindustrie in ihren Modularisierungsstrategien dem deutschen Vorbild Volkswagen. Die Mehr-

³¹ Auswärtiges Amt (2015): Wirtschaftliche Lage Brasiliens, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Brasilien/Wirtschaft_node.html [Stand 10.02.2015]

³² VDI (2014): Brasilien will die Wettbewerbsfähigkeit der eigenen Industrie stärken, Düsseldorf. Online verfügbar unter: <http://www.vdi-nachrichten.com/Aus-VDI/Brasilien-Wettbewerbsfaehigkeit-eigenen-Industrie-staerken> [Stand 10.02.2015]

³³ VDI (2014): Brasilien will die Wettbewerbsfähigkeit der eigenen Wirtschaft stärken, Düsseldorf. Online verfügbar unter: <http://www.vdi-nachrichten.com/Aus-VDI/Brasilien-Wettbewerbsfaehigkeit-eigenen-Industrie-staerken> [Stand 10.02.2015]

³⁴ Auswärtiges Amt (2014): Japans Wirtschaft, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Japan/Wirtschaft_node.html [Stand 18.02.2015]

heit der japanischen Hersteller arbeitet immer noch mit einem Management-System, das sich stark auf die japanische Zentrale und japanische Expertise in den Auslandsorganisationen verlässt.

Japan ist vermutlich im Bereich der Automation und Robotik das fortschrittlichste Land der Welt. Doch seine Unternehmen tun sich schwer, diese Stärken mit den notwendigen „soft skills“ zu kombinieren, insbesondere im globalen Kontext. Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist in Japan außerhalb der geschlossenen Netzwerke von Firmengruppen immer noch selten. Um auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben, wird Japan an einer stärker internationalen Ausrichtung und Vernetzung der Produktion arbeiten.³⁵

5.2 Aktivitäten der Europäischen Union und in den Mitgliedstaaten außer Deutschland

Die europäische Industrie zeigt eine große Innovationsbereitschaft: 80 Prozent der Innovationen finden ihren Ursprung in der Industrie und 75 Prozent der EU-Exporte sind industriengefertigte Güter. Allerdings gerät das produzierende Gewerbe zunehmend unter Druck: Neue Marktteilnehmer – vor allem aus Asien – machen Anpassungen in der Wettbewerbsfähigkeit notwendig. Die stärker werdende Konkurrenz hat in den vergangenen 10 Jahren zu einem deutlichen Stellenabbau in etablierten Märkten wie Großbritannien (-29 Prozent), Frankreich (-20 Prozent) und Deutschland (-8 Prozent) geführt.

Allerdings entwickeln sich die europäischen Länder sehr heterogen: Während Deutschland und Osteuropa ihre Industriemarktanteile weiter erhöhen, steuern andere EU-Staaten auf eine De-Industrialisierung hin. Um diesen Trend umzukehren sowie den ständigen Herausforderungen gewachsen zu sein, gilt es, auf europäischer Ebene Synergien zu schaffen und zu nutzen.³⁶

Die Stärken der Fertigungsindustrie und die Fortschritte im Bereich IKT müssen zusammengebracht werden, um die radikale Modernisierung der Fertigungsindustrie voranzutreiben. Bisher sind beide Bereiche in Europa vorhanden, aber ohne ausreichende gemeinsame Ansätze.

Durch den Austausch von Best Practices und die Weitergabe von Erfahrungen und Wissen sollen der Fortschritt beschleunigt und Kosteneffekte genutzt werden können. Hier müssen vor allem die sogenannten „Early Adopters“, also die Vorreiter der Nutzung von IKT, einbezogen werden.

Um dies zu erreichen, verfolgt die EU in erster Linie strategische Ansätze, die in den Mitgliedstaaten in Politiken überführt und über verschiedene Förderprogramme in die Praxis umgesetzt werden sollen (vgl. Kapitel 7.1). So wird zum Beispiel im Rahmen der Europa-2020-Strategie gefordert, auf nationaler und regionaler Ebene Strategien für intelligente Spezialisierung (RIS3 – Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation) zu entwickeln. Diese sind eine wesentliche Voraussetzung für die Zuweisung von Finanzmitteln der Europäischen Struktur- und Investitionsfonds und definieren die Rahmenbedingungen für die Förderung von Forschung und Entwicklung.³⁷

Mit dieser Vorgabe zielt die EU darauf ab, die Wettbewerbsvorteile der Regionen in Bezug auf die IKT-Fertigkeiten, F&E-Fähigkeit, die Industrieproduktion und Infrastrukturen zu stärken, die Verknüpfung ähnlicher Strategien auf regionaler und nationaler Ebene zu ermöglichen und Anreize für Wachstum und

³⁵ Japanmarkt (2014): Industrie 4.0: Deutschland als Vorbild für Japan, Tokio, Online verfügbar unter:

<http://www.japanmarkt.de/2014/05/12/wirtschaft/industrie-4-0-deutschland-als-vorbild-fuer-japan/> [Stand 10.02.2015]

³⁶ Europäische Kommission (Hrsg.) (2015): Smart Manufacturing, Brüssel. Online verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-manufacturing-0> [Stand 28.01.2015]

³⁷ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015): Intelligente Spezialisierung als strategischer Rahmen für eine effektive Forschungs- und Innovationspolitik auf allen Ebenen, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.euburo.de/regionen-intelligente-spezialisierung.htm>, [Stand 28.01.2015]

Differenzierung zu schaffen. Wichtig ist die regionale Dimension, innerhalb derer die strategische Ausrichtung vorgenommen wird. So kann bestimmt werden, welche Programme für die Finanzierung und Förderung der Branchen genutzt werden können. Mit einer schnellen und flexiblen Reaktion auf sich ändernde Marktanforderungen wird die Serienproduktion an Bedeutung verlieren. Dies zieht eine Reihe von regionalen Entwicklungen nach sich, die vor allem die vor- und nachgelagerten Bereiche der jeweiligen Wertschöpfungskette beeinflussen (z.B. Zulieferbetriebe, Lagerhaltung, Vertrieb).

Land	Initiativen	Prioritäten	Investition
Irland	Internet of Things	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet of Things ▪ Erschließung neuer Märkte 	▪ 35 Mio. Euro
Niederlande	Smart Industry – DutchIndustry fit for the future, 2014	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IKT ▪ Embedded-Systems ▪ Mechatronik und Fertigstellung ▪ Hightech Materialien ▪ Nanotechnologie 	▪ 100 Mio. Euro pro Region
Belgien	Made Different Factories of the Future, 2014	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erstklassige Produktionstechnologie ▪ Produkt- & Produktionsentwicklung ▪ Smart Factory ▪ Eco-production 	▪ 8,4 Mio. Euro
Dänemark	Made	<ul style="list-style-type: none"> ▪ High speed product development ▪ 3D-Drucker und Produktionsprozess Optimierung ▪ Supply Chain Optimierung ▪ IKT ▪ Hyper Flexible Automation 	▪ 24 Mio. Euro
Frankreich	TeraLab, 2013	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderung der Forscher, Lehrkräften und Unternehmen gerecht zu werden ▪ Ausbau von Know-how und Innovationen besonders in F&E ▪ Big Data ▪ Nachwuchsförderung 	▪ 5,6 Mio. Euro
Österreich	FTI – Initiative Produktion der Zukunft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklung neuer Produktionsprozesse 	▪ 250 Mio. Euro
Schweden	Swedish smartgrid, 2014	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Koordination und Förderung der Zusammenarbeit und des Wissenstransfers 	
Finnland	Digital Agenda, 2010	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produktivitätssteigerung durch Digitalisierung ▪ Digitale Dienstleistungen 	
Großbritannien	Government digital strategy, 2012	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Digitale Dienstleistungen 	

Tabelle 2: Strategien zur Umsetzung von Industrie 4.0 (und verwandten Prozessen) in einigen EU-Mitgliedstaaten (Deutschland siehe Kapitel 5.3)

Quelle: Eigene Zusammenstellung, Einzelnachweise siehe Quellenverzeichnis

Als Reaktion auf die Weltwirtschaftskrise wurde im November 2008 im Rahmen des Europäischen Konjunkturprogramms die öffentlich-private Partnerschaft (ÖPP) „Factories of the Future“ ins Leben gerufen. Ziel ist es, die Grundlagen für eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige und weltweit wettbewerbsfähige europäische Fertigungsindustrie zu schaffen, die mit einem Anteil von 17 Prozent am europäischen BIP auch in Zukunft ein wichtiger Motor für Innovation, Wirtschaftswachstum und die Schaffung von Ar-

beitsplätzen sein wird. Die wichtigsten Akteure des ÖPP sind große Hersteller in der Automobil- und Elektroindustrie, in der Luft- und Raumfahrt und im Maschinenbau, Lieferanten und Service-Provider. Zusätzlich werden diese durch regionale und nationale Innovationscluster von Europas großer Anzahl an Hochschulen und Forschungsinstituten unterstützt.³⁸

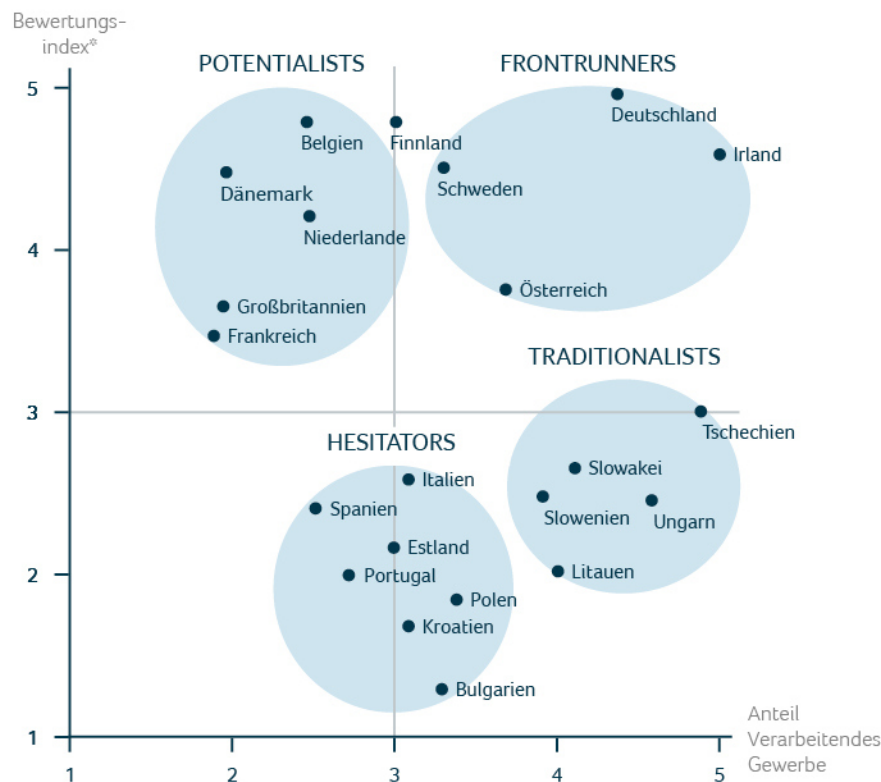
Die europäischen Länder widmen sich dem Thema Industrie 4.0 mit unterschiedlicher Aufmerksamkeit und Zielsetzung. Nicht alle Länder haben bereits eine nationale Strategie zur Umsetzung und Begleitung der vierten Industriellen Revolution. Andere Länder haben dieses Thema dagegen bereits als relevant für die weitere wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung erkannt.

In einem von Roland Berger Strategy Consultants veröffentlichten Readiness Check³⁹ wird deutlich, wie unterschiedlich sich die europäischen Staaten im Bereich Industrie 4.0 bereits positioniert haben. Hierfür wurde die Innovationsbereitschaft der Länder bewertet und mit dem Anteil der Produktion an der Gesamtwirtschaft in Relation gesetzt. Die Innovationsbereitschaft ergibt sich laut Roland Berger aus der „industrial excellence“, in der die Faktoren Entwicklungsgrad des Produktionsprozesses, Automatisierungsgrad, Personalbereitschaft und Innovationsstärke einfließen und dem „value network“, für den Wertschöpfung, Offenheit, Innovationsnetzwerke und Entwicklungsstand der Breitbandinfrastrukturen bewertet wurden. Dabei ergeben sich die Kategorien „Frontrunner“ (Vorreiter), „Potentialists“ (Hoffnungsträger), „Traditionalists“ (Traditionalisten) und „Hesitators“ (Zögerer).

An der Spitze des europäischen Feldes („Frontrunners“) finden sich Deutschland, Finnland, Irland, Österreich und Schweden, die sich durch eine hohe Innovationsbereitschaft sowie einen hohen Herstellungsanteil auszeichnen. Als Potentialists werden Belgien, Dänemark, Frankreich, Großbritannien und die Niederlande eingestuft. Sie zeichnen sich ebenfalls durch eine hohe Innovationsbereitschaft jedoch einen geringen bzw. mittleren Herstellungsanteil aus. Mit einer zwar geringen bis mittleren Innovationsbereitschaft bei gleichzeitig hohem Herstellungsanteil werden Bulgarien, Estland, Italien, Kroatien, Litauen, Polen, die Slowakei, Slowenien, die Tschechische Republik und Ungarn als Traditionalisten eingeordnet. Die Kategorie der Zögerer bilden Bulgarien, Estland, Italien, Kroatien, Polen, Portugal und Spanien, die zwar einen mittleren Anteil des produzierenden Gewerbes am BIP aufweisen, aber kaum Innovationsbereitschaft zeigen. Im Folgenden werden exemplarisch Aktivitäten einiger Mitgliedstaaten vorgestellt. Die Auswahl richtet sich dabei einerseits nach dem von Roland Berger festgestellten Status und andererseits nach der tatsächlichen Verfügbarkeit von Informationen.

³⁸ Europäische Kommission (Hrsg.) (2015): Smart Manufacturing, Brüssel. Online verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-manufacturing-0> [Stand 28.01.2015]

³⁹ Roland Berger Strategy Consultants (Hrsg.) (2014): INDUSTRY 4.0 - The new industrial revolution - How Europe will succeed, München. S. 16f



* 1=niedrig, 5=hoch | Um die Ausreißer Zypern, Lettland, Luxemburg, Rumänien und Griechenland bereinigt

Abbildung 4: Bereitschaft zur Umsetzung von Industrie 4.0 in den Ländern Europas

Quelle: nach Roland Berger Strategy Consultants (Hrsg.) (2014): INDUSTRY 4.0 – The new industrial revolution – How Europe will succeed, München. S. 16

5.2.1 Die Gruppe der Frontrunner

IRLAND⁴⁰

Irland besitzt im Bereich Industrie 4.0 eine international wettbewerbsfähige Forschungsbasis. Dies ermöglicht eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und der Industrie (wie z.B. in dem Insight Centre for Data Analytics). Ursprung dieser Forschungsbasis sind die Prioritäten der Science Foundation Ireland und die strategischen Forschungssäulen des Landes, die große Schnittmengen mit der nationalen „Internet of Things“-Landschaft und entsprechenden Märkten haben.

Im internationalen Vergleich ergeben sich hieraus große Ressourcen von Wissen, Fähigkeiten und Einrichtungen, die ein wichtiger Knotenpunkt für die Zusammenarbeit von Unternehmen und die Umsetzung im öffentlichen Bereich sind. Irland hat mehrere interessante Modelle für Industriepartnerschaften, die zum einen differenzierend und zum anderen überzeugend sind, um internationale Investitionen anzuziehen.

Im dritten Aktionsplan für den Ausbau an Arbeitsplätzen hat die irische Regierung angedeutet, auch Maßnahmen, die das Internet der Dinge beinhalten, miteinzubeziehen.

⁴⁰ Silicon republic Knowledge & Events Management Ltd. (2014): Can Ireland profit from the internet of things?, Dublin. Online verfügbar unter: <http://www.siliconrepublic.com/business/item/36242-can-ireland-profit-from-the> [Stand 05.02.2015]

SCHWEDEN⁴¹

Die schwedische Regierung hat einen Koordinierungsrat sowie eine nationale Wissensplattform für Smart Grids gebildet. Durch eine verstärkte Zusammenarbeit und die Entwicklung einer nationalen Wissensplattform soll die wirtschaftliche Entwicklung gefördert werden.

Ein wichtiger Ausgangspunkt ist es, ein flexibles Elektrizitätssystem zu entwickeln, das den langfristigen Energie- und Klimazielen entspricht. Durch den Einsatz von Smart Grids wird die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen stimuliert. Zugleich sollen die Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie die Einführung neuer Marktlösungen und die Flexibilität in der Produktion erleichtern.

Schwerpunkt des Aktionsplans „Nationell handlingsplan 2015 – 2030“ ist der Kundennutzen, verbunden mit effizienter und nachhaltiger Nutzung der Ressourcen und einer sicheren Stromversorgung sowie die damit verbundene Notwendigkeit zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation. Intelligente Netze sind wichtig für die nachhaltige Entwicklung der Gemeinschaft und die Entwicklung von Smart Cities.

ÖSTERREICH⁴²

Die Grundlage für Industrie 4.0 wird in Österreich mit dem Ausbau des Hochleistungsinternets gelegt, der mit der sogenannten Breitbandmilliarde vorangetrieben wird. Industrie 4.0 wird von der Forschungspolitik immer mehr als künftiges Förderthema entdeckt; die Förderung des Zusammenwachsens von Digitalisierung und Produktionstechnologie steigt. In den kommenden Jahren 2015 und 2016 soll das Infrastrukturministerium 250 Mio. Euro bereitstellen, die vor allem in die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), in Investitionszuschüsse der Austria Wirtschaftsservice GmbH (aws) und in Pilotfabriken fließen werden, in denen etwa Produktionsprozesse getestet werden können.

Die erste Pilotfabrik startet in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität (TU) Wien im Jahr 2015. Fünf weitere Fabriken sollen folgen, um die verschiedenen Branchen und regionalen Notwendigkeiten zu berücksichtigen. Dazu gibt es noch drei dem Thema gewidmete Stiftungsprofessuren. Aber auch andere Institutionen schließen sich nun den Initiativen an: Die Industriellenvereinigung beispielsweise will alle Aktivitäten in dem Bereich auf einer Plattform vernetzen.

FINNLAND⁴³

Mithilfe der Digitalen Agenda sollen das Wachstum und die Produktivität gefördert werden. Digitalisierung wird als Notwendigkeit zur Überwindung regionaler Unterschiede in der Infrastruktur gesehen. Durch die Digitalisierung soll die Produktivität verbessert werden. Aber auch der Verwaltungsaufwand für Unternehmen und die öffentliche Verwaltung soll durch die Einführung neuer digitaler Praktiken reduziert werden. Dabei steht die Förderung und Verbreitung neuer Technologien im Vordergrund. Auch Mobile

⁴¹ Swedish Smartgrid (2015): the national action plan, Stockholm. Online verfügbar unter: <http://www.swedishsmartgrid.se/> [Stand 05.02.2015]

⁴² Salzburger Nachrichten (2014): Forum Alpbach – Politik entdeckt Industrie 4.0, Salzburg. Online verfügbar unter: <http://www.salzburg.com/nachrichten/dossier/alpbach2014/sn/artikel/forum-alpbach-politik-entdeckt-industrie-40-118135/> [Stand 05.02.2015]

⁴³ Ministry of Transport and Communications (2011): Productive and inventive Finland, Helsinki. Online verfügbar unter: http://www.oph.fi/download/135323_productive_and_inventive_finland.pdf [Stand 05.02.2015]

Media, Social Media und Informationsmanagement werden in diesem Zusammenhang stark an Bedeutung gewinnen.

5.2.2 Die Gruppe der Potentialists

NIEDERLANDE

Für das niederländische Strategiepapier „SMART INDUSTRY – Dutch Industry Fit for the Future“ wurden Beiträge, Interviews, Umfragen, Workshops und Sitzungsprotokolle von mehr als 100 Unternehmen, Bildungseinrichtungen, Behörden sowie Organisationen für wirtschaftliche Entwicklung im ganzen Land gesammelt und ausgewertet. Das neu gewonnene Vertrauen in die niederländische Innovationspolitik hat zu einer Neuausrichtung der Innovationsprogramme, Förderaktivitäten von Regierungsbehörden und der Finanz- und Steuerinstrumente geführt. Dies bietet einen fruchtbaren Boden für einen Übergang zu einer Smart-Industrie. Die Roadmaps der folgenden Branchen und Technologiefelder wurden in dem niederländischen Strategiepapier besonders hervorgehoben:

- Embedded-Systems,
- Mechatronik und Fertigung,
- Hightech-Systeme und Materialien,
- Nanotechnologie und
- IKT.⁴⁴

Aufgrund der Bemühungen, allen Stakeholdern gerecht zu werden, sind die meisten Aktivitäten bislang zersplittert. Eine zusätzliche Fokussierung auf Prozessentwicklung zusätzlich zu dem aktuellen Schwerpunkt Produktentwicklung soll dabei helfen, die intelligente Branchenentwicklung voranzutreiben. Die niederländischen Unternehmen bemängeln jedoch, dass derzeit keine ausreichenden Mittel zur Unterstützung der Prozessentwicklungen zur Verfügung ständen. Außerdem gäbe es kein spezielles Programm für den Dienstleistungssektor. Die niederländischen Smart-Industries werden jedoch von regionalen Regierungsaktivitäten unterstützt. Die Herstellungsregionen Noord-Brabant, Limburg, Gelderland, Overijssel und der Norden der Niederlande haben alle erhebliche Mittel (100 Millionen Euro pro Region) für Innovationen freigegeben.

Im Fokus der Aktivitäten in den Niederlanden stehen intelligente Industrie-Anwendungen, die einen netzwerkzentrierten Ansatz bieten, um somit die systemische Stärke und eine offene Kooperationskultur durch Cyber-Physical-Systems und neue Fertigungstechnologien zu aktivieren und kombinieren. Dies könnte die Entwicklung neuer Formen der flexiblen Fertigung und Anpassung fördern und somit zu einer starken internationalen Position der niederländischen Industrie führen.

BELGIEN⁴⁵

In Belgien wird in der Technologiebranche eine Fabrik der Zukunft entwickelt, die an die Realität der heimischen Industrien angepasst ist. Dabei wird der Schwerpunkt sowohl auf Wettbewerbsfähigkeit bei den Kosten als auch bei Investitionen in Ausbildung und Innovation gelegt. Investiert wurde vor allem in Innovationen beim Herstellungsprozess.

⁴⁴ Smart Industry (Hrsg.) (2014): Smart Industry – Dutch Industry fit for the future, Zoetermeer. Online verfügbar unter: <http://www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2014/07/Opmaak-Smart-Industry.pdf> [Stand 28.01.2015]

⁴⁵ Made different (2014): Smart production and factory of the future, Brüssel. Online verfügbar unter: <http://www.madedifferent.be/> [Stand 05.02.2015]

Die Unternehmen Agoria und Sirris Pole Mecatech haben mit weiteren 20 Unternehmen den Aktionsplan „Made different“ ins Leben gerufen. Ziel sind dabei verstärkte Aktivitäten in den Bereichen Bildung, Information und Unterstützung der Praxis.

DÄNEMARK⁴⁶

Die dänische Initiative MADE zielt darauf ab, die Fertigung durch die Entwicklung von High-Tech-Lösungen wie Robotik, Bildverarbeitung und 3D-Druck in Dänemark zu halten. Hier arbeiten kleine, mittlere und große Unternehmen zusammen mit Universitäten und Fachhochschulen, um Dänemarks Position als Innovationsführer zu erhalten.

MADE veranstaltet dazu Innovationsworkshops, OpenLabs und Unternehmensbesuche, an denen Unternehmen aller Branchen teilnehmen können.

Im Rahmen der Initiative wurde die Plattform „SPIR – Platform for future production“ geschaffen. Diese hat drei Geschäftsfunktionalitäten für die Wettbewerbsfähigkeit identifiziert. Das betrifft die schnelle Produktentwicklung und Produktion, die modellbasierte Produktion sowie das Komplexitätsmanagement. In diesen Forschungszielen berät und unterstützt die Plattform Unternehmen.

FRANKREICH⁴⁷

Die öffentliche Hand hat 2012 die französischen Experten der IKT-Branche und Unternehmen der digitalen Dienstleistungen veranlasst, sich verstärkt mit dem Thema digitale Daten zu befassen. Die öffentlichen französischen Einrichtungen Institut Mines-Télécom (IMT), eine Gruppe angesehener französischer Ausbildungseinrichtungen unter der Schirmherrschaft des Wirtschaftsministeriums und die Groupe des Ecoles nationales d'économie et de statistique (GENES) haben ihre Kompetenzen gebündelt, um sich gemeinsam der Herausforderung im Rahmen der Plattform TeraLab zu stellen. Wichtigstes Ziel dieser Initiative ist es, schnellstmöglich den Anforderungen der Forscher, Lehrkräfte und Unternehmen gerecht zu werden und das Know-how und die Innovationen in diesem Bereich auszubauen. Dabei geht es auch um die Beschleunigung der Forschung und Entwicklung (F&E) im Bereich Big Data und die Vorbereitung des Nachwuchses auf die Berufe von Morgen.

Mathematik spielt für Big Data eine wichtige Rolle. In dieser Disziplin rangiert Frankreich in der Spitzengruppe. Mit mehr als 1.000 Forschern und zahlreichen nationalen und internationalen Auszeichnungen verfügt Frankreich durch die Fondation Scientifique Mathématiques in Paris über die größte Konzentration von Mathematikern weltweit. Die Stiftung initiiert und finanziert Programme, die für die internationale Mathematikerelite einen wichtigen Anziehungspunkt bilden. Sie bietet den zukünftigen Mathematikern Schulungen und Fortbildungsveranstaltungen und schafft so die Grundlagen dafür, dass die Forschung in diesem Bereich ein Exzellenzniveau erreicht.

⁴⁶ Manufacturing Academy of Denmark (2015): Made, Kopenhagen, Online verfügbar unter: <http://made.dk/welcome> [Stand 05.02.2015]

⁴⁷ Ministerium für auswärtige Angelegenheiten und internationale Entwicklung (2014): Mit den „Big Data“ denkt Frankreich in großen Dimensionen, Bern. Online verfügbar unter: http://www.ambafrance-ch.org/IMG/pdf/big_data_allemand_revise.pdf?3908/7045103a01c110a492a0166444b1f594dd30b88c [Stand 05.02.2015]

GROßBRITANNIEN⁴⁸

Die britische „Government Digital Strategy“ soll dazu beitragen, Dienstleistungen zu digitalisieren. Es handelt sich dabei hauptsächlich um digitale Dienste des öffentlichen Sektors. Es sollen sowohl die Zahl der verfügbaren Dienste und gleichzeitig Informations- und Unterstützungsangebote für potenzielle Nutzer entwickelt werden, um die Nutzung zu erhöhen. Für kleine und mittlere Unternehmen soll ein schlankes und leichteres Ausschreibungsverfahren geschaffen werden.

Die britische Regierung will eng mit der Industrie zusammenarbeiten, um im globalen Wettbewerb zu bestehen. Dazu hat die Regierung gemeinsam mit der Wirtschaft Herausforderungen für ein langfristiges, nachhaltiges Wachstum identifiziert. Diese sind Branchenpartnerschaften, Unterstützung der Investitionen in Innovationen, das Exportpotenzial zu maximieren, Zugang zu Finanzmitteln und Beschaffung. Aufgrund des unterschiedlichen Grades erforderlicher staatlicher Unterstützung, handelt es sich um einen branchenspezifischen Ansatz.⁴⁹

5.3 Deutschland – Aktivitäten auf Bundes- und Länderebene

Deutschlands Ziel ist es schon seit einigen Jahren, die vierte Industrielle Revolution einzuleiten, um die nationale Produktion zu vernetzen. Deutschlands Initiative soll u.a. die interaktive Kommunikation zwischen Menschen, Maschinen und Produkten über die gesamte Lieferkette ermöglichen, um eine effizientere, flexiblere und damit kostengünstigere Produktion zu erreichen. Hauptziel ist die Industrieführerschaft Deutschlands zu sichern.⁵⁰

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) listet die wesentlichen nationalen Aktivitäten zum Thema Industrie 4.0 auf. Hier heißt es: „Bei den Themen Embedded Systems und Internet der Dinge ist die Bundesregierung bereits frühzeitig aktiv geworden: Ergebnisse erfolgreicher Initiativen wie Digitales Produktgedächtnis, Wandelbare Logistiksysteme, Autonomik, NextGenerationMedia und Exzellenzcluster wie „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ und „Kognition für Technische Systeme“ sind hier zu berücksichtigen. Jüngstes Beispiel ist der im Januar 2012 ausgewählte Spitzencluster „Intelligente technische Systeme“ aus Ostwestfalen-Lippe („It’s OWL“).“⁵¹

Bereits 2009 wurde eine Roadmap zum Komplex Embedded Systems vorgelegt. Mit dem „Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ wurde eine konkrete Plattform geschaffen, auf deren Basis weitere Aktivitäten angesiedelt werden können. Unter anderem sollen konkrete Projekte zum Einsatz von Industrie 4.0-Technologien und -anwendungen gefördert werden. Dafür stehen insgesamt bis zu 200 Millionen Euro zur Verfügung. Die Datenbank für Verbundprojekte des BMBF listet zur Zeit 21 Vorhaben aus dem Bereich Industrie 4.0 auf, von denen die meisten auf drei Jahre angelegt sind.⁵² Das Projekt RobIN 4.0 ist als einziges hessisches Vorhaben vertreten. Ziel des Projektes ist es, Informationsflüsse parallel zu den produktiven Materialflüs-

⁴⁸ Crown (2015): Government Digital Strategy, London. Online verfügbar unter: <https://www.gov.uk/government/collections/government-digital-strategy-reports-and-research> [Stand 05.02.2015]

⁴⁹ Crown (2014): Industrial strategy – Government and industry in partnership, London. Online verfügbar unter: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/306854/bis-14-707-industrial-strategy-progress-report.pdf [Stand 19.02.2015]

⁵⁰ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/de/9072.php> [Stand 28.01.2015]

⁵¹ ebenda

⁵² Karlsruher Institut für Technologie (2015): Verbundprojekte, Karlsruhe. Online verfügbar unter: http://www.produktionsforschung.de/verbundprojekte/verbundprojekte/index.htm?TF_ID=121&show=LIST [Stand 21.01.2015]

sen in der Umformtechnik zu ermöglichen. Dadurch kann eine bessere Prozessrobustheit bzw. Produktionssicherheit erreicht und die Produktivität prozessübergreifend gesteigert werden.

Im Rahmen des „Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ wurde der Arbeitskreis Industrie 4.0 initiiert. Er bestand aus Mitgliedern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden.⁵³ In ihrem im April 2013 veröffentlichten Abschlussbericht haben die Arbeitsgruppen die für Deutschland wesentlichen Aspekte und erste Umsetzungsempfehlungen zusammenfassend dargestellt.⁵⁴ Dieser Bericht wurde im Rahmen der CEBIT an die Kanzlerin übergeben.

Um diesen Umsetzungsprozess zu gestalten, wurde die Plattform Industrie 4.0 gegründet.⁵⁵ Sie ist ein gemeinsames Projekt der drei Industrieverbände BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.), VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) und ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.) und knüpft an das „Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ an, das im Aktionsplan zur „Hightech Strategie 2020“ von der Bundesregierung gestartet wurde. Ziel des Projektes ist es, mit geeigneten Maßnahmen Deutschland in die Lage zu versetzen, bis 2020 Leitanbieter für „Cyber-Physical Production Systems“ zu werden. Inzwischen wurde diese „Verbändedeplattform“ durch eine stärker politisch gelenkte Plattform Industrie 4.0 abgelöst (vgl. hierzu Kapitel 6.1).

Mit dem „Zukunftsbild Industrie 4.0“⁵⁶ gibt das BMBF einen Ausblick auf die Möglichkeiten der wirtschaftlichen Entwicklung bis 2025, wenn Industrie 4.0-Ansätze verstärkt verfolgt und umgesetzt werden. Für Entscheider aus den verschiedensten Akteursgruppen finden sich hier Argumente und Ideen, wie eine Implementation auf regionaler und lokaler Ebene gestaltet werden könnte. Mit den Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0⁵⁷ werden auch von Seiten des nationalen Arbeitskreises Industrie 4.0 konkrete Ansätze aufgezeigt.

In den Bundesländern wird Industrie 4.0 unterschiedlich intensiv behandelt. Während einige Länder bereits sehr aktiv sind, Strategien entwickeln und die Umsetzung unterstützen und begleiten, sind andere Bundesländer wie Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Niedersachsen oder das Saarland möglicherweise intern bereits mit der Thematik beschäftigt und vertraut. Offizielle, die Wirtschaft als Ganzes betrachtende Ansätze und Strategien gibt es jedoch noch nicht. Aufgrund ihrer Aktivitäten gelten Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen als Vorreiter im Bereich Industrie 4.0. Aber auch in anderen Regionen Deutschlands ist das Thema bereits tiefer in den Politiken verankert. Dies ist vor allem eine Folge des für die Erstellung der Regionalen Innovationsstrategien (RIS) geforderten IKT- und Technologiebezugs. Allerdings werden die Schwerpunkte hier in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich gesetzt und es resultieren auch unterschiedliche Aktivitäten daraus.

So wird in einigen RIS direkter Bezug zu Industrie 4.0 genommen (z.B. Niedersachsen – hier wird Industrie 4.0 allen Feldern der intelligenten Spezialisierung zugeordnet und als Potenzialbereich gesehen; Rhein-

⁵³ Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2015): Industrie 4.0 – Auf dem Weg ins vierte industrielle Zeitalter, München. Online verfügbar unter <http://www.acatech.de/de/projekte/abgeschlossene-projekte/industrie-40.html> [Stand 13.02.2015]

⁵⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf [Stand: 16.10.14]

⁵⁵ Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0, Whitepaper FuE-Themen, Berlin, S. 1. Online verfügbar unter: http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Whitepaper_Forschung%20Stand%203.%20April%202014_0.pdf [Stand 28.01.2015]

⁵⁶ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Zukunftsbild „Industrie 4.0“, Bonn. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pubRD/Zukunftsbild_Industrie_40.pdf [Stand 28.01.2015]

⁵⁷ Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (Hrsg.) (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf [Stand 28.01.2015]

land Pfalz – hier wird Industrie 4.0 für den Potenzialbereich Mikrosystemtechnik, Sensorik, Automation herausgestellt; Sachsen-Anhalt – Industrie 4.0 wird im Rahmen der SWOT-Analyse als Chance genannt, um Vorteile zu nutzen und weiterzuentwickeln; Thüringen – Nennung des Schlagworts Industrie 4.0 mit Relevanz für die industrielle Produktion und bedeutender Systeme. Daraus wurde das Handlungsfeld „Nutzung der Chancen der Informatisierung der klassischen Industrie“ abgeleitet.). Viele Bundesländer erkennen die Digitalisierung, Vernetzung und vor allem Förderung von IKT und innovativen Technologien und Forschungsbereichen als Notwendigkeit und Chance, ohne jedoch explizit auf „Industrie 4.0“ abzuzeilen und einige wenige Bundesländer setzen auf diesen Bereich weder einen expliziten noch einen indirekten Schwerpunkt, so z.B. das Saarland. Allerdings lässt sich von den im RIS dargestellten Überlegungen zum Thema kein Rückschluss auf die tatsächlichen Aktivitäten im Land ableiten.

In Tabelle 3 werden die wesentlichen Aktivitäten (außerhalb des oder in Ergänzung zum RIS) in den Bundesländern aufgelistet, die sich in vielen Fällen speziell auf die Industrie beziehen. Dass diese Einschränkung zu kurz greift und den technologischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Digitalisierung und Vernetzung von Prozessen und Produktion nicht gerecht wird, wurde bereits in Kapitel 4 gezeigt und durch Ergebnisse der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Interviews und Online-Befragung weiter untermauert. Diese begriffliche Einschränkung führt dazu, dass viele Unternehmen, aber auch Verbände und ganze Branchen sich in den Themenkomplex Industrie 4.0 nicht einordnen, obwohl bei näherer Betrachtung eine Vielzahl von Anknüpfungspunkten vorhanden ist (vgl. hierzu auch Kapitel 4.2).

Land	Aktivitäten
BADEN-WÜRTTEMBERG	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fraunhofer-Strukturstudie „INDUSTRIE 4.0 FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG“ (Kompetenzen, Akteure, Handlungsempfehlungen) ■ Kompetenzatlas Industrie 4.0 in Baden-Württemberg (Datenbank mit relevanten Unternehmen und Akteuren) ■ Wirtschaftsminister Schmid (SPD) will BW zum Leitmarkt und Leitanbieter für Industrie 4.0 machen; dazu wurde ein Lenkungskreis eingerichtet („Allianz 4.0“), der einen Masterplan erstellen soll; mind. 8,5 Mio. Euro stehen in den kommenden beiden Jahren als Starthilfe aus Landesmitteln zur Verfügung.
BAYERN	<ul style="list-style-type: none"> ■ Industrie 4.0 wird gerade erst als Zukunftsthema erkannt; insgesamt noch wenige Aktivitäten. ■ Im Rahmen des Programms „Bayern digital“ (mit Schwerpunkt digitale Medien) ist ein „Zentrum für digitalisierte Produktion“ als Cluster in der Region Nürnberg geplant.
NORDRHEIN-WESTFALEN	<ul style="list-style-type: none"> ■ NRW hat das Cluster „IKT.NRW“ initiiert, in dessen Zentrum Cyber-Physical-Systems bzw. Industrie 4.0 stehen. In diesem Zusammenhang wurde eine Roadmap erstellt und ein CPS-Netzwerk gegründet. NRW positioniert sich als „digitales Industrieland“. ■ Studie im Rahmen des Clusters IKT.NRW: „Industrie 4.0 – Cyber-Physical-Systems in der Produktion – Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum Digitalen Industrieland“ ■ Zahlreiche Publikationen zu CPS im Rahmen des Clusters IKT.NRW <ul style="list-style-type: none"> ○ Cloud Computing & CPS ○ CP Devices ○ CPS in der Logistik ○ Kommunikationsnetze für CPS ○ CPS – Potenzial und Kompetenzen in NRW ○ Kompetenzatlas NRW ■ Es ist ein Projekt „Kommunikationsnetze für CPS“ im Horizon 2020 Forschungsprogramm geplant.

RHEINLAND-PFALZ	<ul style="list-style-type: none"> ■ Das Land engagiert sich im Rahmen der Clusterinitiative „Smart Factory“. ■ Darüber hinaus spielt Industrie 4.0 keine besondere Rolle in der Landespolitik.
SAARLAND	<ul style="list-style-type: none"> ■ Das Saarland weist einen hohen Industrialisierungsgrad auf mit einem hohen Anteil am BIP und einer großen Anzahl von Industriearbeitsplätzen, vor allem in den Automobilbranchen. Es gibt hier eine Reihe von Testfabriken, in denen der Einsatz von Industrie 4.0-Anwendungen erprobt wird (z.B. Bosch Rexrodt Group Homburg, Festo AG & Co KG Rohrbach). Gestützt werden diese Aktivitäten u.a. vom Max Planck Institut für Informatik (MPI) und dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) an der Universität des Saarlandes.
SACHSEN	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sachsen unterstützt die europäische Strategie für Schlüsseltechnologien, die auch „Fortgeschrittene Produktionstechnologien“ umfasst. Die Innovationsstrategie des Landes lässt jedoch keine weiteren konzentrierten Aktivitäten und Ansätze erkennen. ■ Das sächsische High-Tech-Netzwerk Silicon Saxony hat eine Arbeitsgruppe für Intelligente Systeme (Smart Systems) eingerichtet, dessen Ziele vorwiegend der Austausch zwischen den Mitgliedern und die Präsentation der Fortschritte auf Veranstaltungen und Messen ist. Ein strategischer Ansatz zur Entwicklung des Themas ist nicht erkennbar.
SCHLESWIG-HOLSTEIN	<ul style="list-style-type: none"> ■ SH fördert ein „Clustermanagement Digitale Wirtschaft“, dieses konzentriert sich jedoch auf die Bereiche IT und Medien. Industrielle Aspekte spielen keine nennenswerte Rolle.

Tabelle 3: Aktivitäten mit Industrie 4.0-Bezug in den Bundesländern

Quelle: eigene Zusammenstellung, Einzelnachweise siehe Quellenverzeichnis

Diese Aufstellung ist nicht abschließend und es kann davon ausgegangen werden, dass vor allem außerhalb politischer Ebenen die Aktivitäten zu Industrie 4.0 und in verwandten Bereichen durchaus vielfältig sind. Verbände, aber auch Wirtschaftsunternehmen und Forschungsinstitute laden immer wieder zu (regionalen) Informations- und Diskussionsveranstaltungen ein, die eine breitere Aufmerksamkeit für das Thema generieren sollen. Ein konzentriertes und strukturiertes Vorgehen auf Landesebene ist jedoch nur in wenigen Fällen erkennbar und eine Einschätzung, ob die Kommunikation dieser Aktivitäten der realen Umsetzung entspricht könnte nur nach eingehender Analyse unter Einbeziehung der regional relevanten Akteure erfolgen.

5.4 Aktivitäten in Hessen

5.4.1 Allgemeine Aktivitäten

In der Regionalen Innovationsstrategie (RIS) des Landes Hessen werden Industrie 4.0 sowie Cyber-Physical-Systems, Big Data und Analytics, Cloud Computing für KMU und Embedded Systems eine hohe wirtschaftliche Bedeutung beigemessen, denen in Zukunft verschiedenste Aktivitäten zugeordnet und verstärkt adressiert werden müssen.

Mit dem Schwerpunktbereich „Industrie 4.0“ gelingt es der Hessen Trade & Invest GmbH (HTAI) bereits, vorhandene Ansätze zur Kooperation und Beratung zu bündeln und zu kommunizieren. Angedacht und im Aufbau sind dabei einerseits die „Industrie 4.0 Community“, in der sich verschiedenste Akteure von der Forschung bis zur Umsetzung beteiligen können und andererseits die Etablierung der HTAI als landesweiten „Industrie 4.0-Lotsen“, der Unternehmen bei der Planung und Umsetzung von Industrie 4.0-basierten

Modernisierungsprozessen zur Seite steht.⁵⁸ Durch diese zwei Elemente (Austauschplattform und Unterstützungsangebot) kann den Unternehmen bereits über die ersten Hürden geholfen werden. Allerdings stellen die bisherigen Aktivitäten in diesem Bereich aktuell nur eine Ergänzung der eigentlichen Handlungsschwerpunkte der HTAI dar.

Die Initiative Industrieplatz Hessen ist eine Chance, Politik und Wirtschaft gemeinsam für die Entwicklungen in den Unternehmen zu sensibilisieren und gemeinsame Ansätze zu entwickeln. Mit dem in 2014 entwickelten Leitbild wird Industrie 4.0 (hier unter dem Schwerpunkt „Smart Industries“ gefasst) zu einem wesentlichen Handlungsfeld erklärt, um das übergeordnete Ziel „Hessen unter die Top 5 der innovativsten Industriestandorte Europas zu bringen“⁵⁹, zu erreichen.

Während es für die Zukunft gilt, konzentrierte und zentrale Angebote auf- und auszubauen, gibt es auf regionaler Ebene bereits Akteure, die den Informationstransfer zum Thema Industrie 4.0 vorantreiben. So haben in den letzten Monaten verschiedene regional ausgerichtete Veranstaltungen stattgefunden, z.B.:

- „Zukunft der Industrie“ (22.01.2015, IHK Darmstadt)⁶⁰
- 2. Austauschworkshop Industrie 4.0: Gemeinsam in Hessen gut aufgestellt!“ (02.12.2014, HMWEVL und HTAI)
- Fachforum Industrie 4.0 (20.11.2014, Engineering-High-Tech-Cluster Fulda e.V. und Verein Zeitsprung IT-Forum Fulda e.V.)⁶¹
- „Industrie 4.0 – für die Zukunft gerüstet sein!“ (3.11.2014, u.a. veranstaltet von HTAI, IHK-Verbund Mittelhessen, Hessen TTN, eBusinessLotse Mittelhessen in Wetzlar)⁶²
- 4. Hessisches Transferforum – Hessischer Innovationstag (08.10.2014, HA Hessen Agentur GmbH/ Hessen Trade & Invest GmbH)⁶³
- „Von der Smart Factory zur Industrie 4.0“ (08.10.2014, IHK Limburg und IHK-Innovationsberatung Hessen)⁶⁴
- Partnerforum Industrie 4.0 (24.09.2014, IHK Frankfurt) mit Hessen Trade & Invest⁶⁵

Die Aktivitäten im Land Hessen konzentrieren sich bisher in erster Linie auf Informations- und Netzwerkveranstaltungen der IHKs und weiterer Akteure. Konkrete, umsetzungsorientierte Ansätze gibt es dagegen mit den Technologielinien des Landes, der Geschäftsstelle Breitband in Hessen, deren Aktivitäten und Schnittstellen im Folgenden dargestellt werden.

⁵⁸ Vgl. Hessen Trade & Invest (2015): Hessen für die Zukunft mit Industrie 4.0 gut aufgestellt, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=21141> [Stand 26.01.2015]

⁵⁹ Initiative Industrieplatz Hessen (2013): Hessen in die Top 5 der innovativsten Industriestandorte Europas bringen, Ein Leitbild für den Industriestandort Hessen, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.industrieplatz-hessen.de/industriepplatz-hessen-de-leitbild_vorstellungleitbild [Stand 28.01.2015]

⁶⁰ IHK Darmstadt Rhein Main Neckar (2015): Industrie 4.0, Darmstadt. Online verfügbar unter: http://www.darmstadt.ihk.de/System/VstTermine/3188044/tg_22_01_2015_188610.html [Stand 28.01.2015]

⁶¹ Engineering High-Tech-Cluster Fulda e.V. (2014): Fachforum Industrie 4.0, Fulda. Online verfügbar unter: <http://www.eh-cluster.de/> [Stand 28.01.2015]

⁶² IHK Innovationsberatung Hessen (2014): Industrie 4.0 – Für die Zukunft gerüstet sein!, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <http://www.ihk-innovationsberatung.de/veranstaltungen/industrie-4-0-fur-die-zukunft-gerustet-sein-2/> [Stand 28.01.2015]

⁶³ 4. Hessisches Transferforum – Hessischer Innovationstag 2014, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.transferforum-hessen.de/index.php?id=190> [Stand 28.01.2015]

⁶⁴ Regionalmanagement für Mittelhessen GmbH (2014): Von der Smart Factory zur Industrie 4.0 bei Limtronik, Gießen. Online verfügbar unter: <http://blog.region-mittelhessen.de/2014/09/18/smart-factory-industrie-4/> [Stand 28.01.2015]

⁶⁵ Deutscher Industrie- und Handelskammertag (2014): Partnerforum Industrie 4.0 in der IHK Frankfurt, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.dihk.de/presse/meldungen/2014-08-26-partnerforum-industrie> [Stand 28.01.2015]

5.4.2 Die Technologielinien und die Geschäftsstelle Breitband in Hessen

Die insgesamt fünf Technologielinien des Landes Hessen sind an den wirtschaftlichen Schwerpunkten des Landes ausgerichtet:

„Hessen-IT repräsentiert die mit Abstand stärkste hessische Technologiebranche. Die Geschäftsstelle Breitband Hessen bündelt die hessischen Kräfte, die daran arbeiten, durch eine flächendeckende Breitband-Infrastruktur die Zukunft des Technologiestandortes zu sichern. Hessen-Biotech steht für eine starke Biotechnologie-Industrie in Hessen, die insbesondere von der medizinischen und auch der industriellen Ausrichtung dominiert wird. Fast 56 Prozent dieser Unternehmen investieren in Forschung & Innovation. Hessen-Nanotech baut die Position Hessens als einer der führenden Nanotechnologie-Standorte in Deutschland und Europa mit hervorragenden Potenzialen und einer erstklassigen Nanotech-Infrastruktur in Wirtschaft und Wissenschaft weiter aus. Hessen-Umwelttech ist Mittler zwischen Anwendungsentwicklern und Anwendern der Umwelttechnologie. Die Umwelttechnologiebranche in Hessen ist in einem hohen Maße mittelständisch geprägt.“⁶⁶

Projekträger für die Technologielinien ist die Hessen Trade & Invest GmbH (HTAI), die Wirtschaftsentwicklungsgesellschaft des Landes. Zu den Aufgaben der HTAI zählen u.a. Technologie- und Fördermittelberatung sowie die Entwicklung und Durchführung von Aktivitäten für eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Entwicklung des Wirtschafts- und Technologiestandorts Hessen. In diesem Punkt richtet die HTAI ein besonderes Augenmerk auf kleine und mittelständische Unternehmen. Aufgrund der Nähe zu den in Hessen auf regionaler sowie lokaler Ebene angesiedelten Unternehmen ist die HTAI zudem die zentrale Anlaufstelle für Investoren aus aller Welt.⁶⁷

Für das Schnittstellenthema Industrie 4.0 sind insbesondere die Technologielinien Hessen-Umwelttech, Hessen-IT, Hessen-Nanotech und Hessen-Biotech sowie die Geschäftsstelle Breitband relevant. Eine Bündelung der Aktivitäten findet bereits in dem gesondert ausgewiesenen Schwerpunktbereich der HTAI „Industrie 4.0“ statt, der durch das Projektbüro Intelligente Fabrik ein erstes „Gesicht“ nach Außen erhält.

ZIELE UND AUFGABEN DER TECHNOLOGIELINIEN (TL)

Ziele und Aufgaben der TL sind das Technologie- und Standortmarketing sowie die Vernetzung, insbesondere der Technologieanbieter und der Anwendungsbranchen. Die TL sind die zentralen Plattformen für die Aktivitäten des Landes Hessen in den jeweiligen Technologiefeldern. Zu den Zielgruppen gehören Unternehmen sowie Akteure aus Forschung und Entwicklung, Cluster, Netzwerke und Multiplikatoren.

Die einzelnen Technologielinien arbeiten eng zusammen und sind in das gesamte Portfolio der Wirtschaftsförderungsmaßnahmen im Land Hessen eingebettet. Dabei verfolgen die TL die folgenden Ziele:

- Förderung von Clusterbildung und Vernetzung (Wertschöpfungsketten schließen, Anbieter und Anwender zusammenbringen)
- Umsetzung von (wissenschaftlichen) Erkenntnissen in Produkte; Beschleunigung von Verfahren (Technologien)
- Identifizieren und Bekanntmachen von technologischen Themen und Entwicklungen
- Verfügbarkeit als zentrale Anlaufstelle in den Technologiefeldern

⁶⁶ Hessen Trade & Invest (2014): Technologie & Innovation – Wissen vernetzen, Wachstum fördern, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=17641> [Stand 13.02.2015]

⁶⁷ Hessen Trade & Invest (2014): Wirtschaftsförderer für Hessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=18422> [Stand 07.02.2015]

- Profilierung des Technologiestandortes Hessen
- Unterstützung von Unternehmensgründungen und Wachstum
- Erschließung von Anwendungsbranchen und Märkten

Mit den Zielen der TL werden außerdem die folgenden übergeordneten Ziele des HMWVL verfolgt, die den so genannten „Metazielen“ in der Hessischen Innovationsstrategie entsprechen:

- Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit
- Stärkung der Innovationskraft
- Sicherung und Ausbau von Beschäftigung und Erhaltung von Wohlstand und sozialen Sicherungssystemen
- Schaffung nachhaltiger innovativer Lösungen für existenzielle Herausforderungen

Über die Technologielinien und die Geschäftsstelle Breitband wird zentral Know-how vorgehalten. Sie dienen als zentrale Kompetenz- und Kontaktstelle und schaffen eine Branchen-Plattform (bzw. Anbieter- und Anwender-Plattform) in den ausgewiesenen Schlüsseltechnologiefeldern. Dadurch werden der Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft, Verbänden, Banken, Öffentlicher Hand und Wirtschaft erleichtert, die Innovationsfähigkeit gefördert, die Initiierung von F&E-Projekten (und mögliche Kooperationen dazu) angeregt und Innovationsprozesse beschleunigt.

Die Technologielinien sowie die Geschäftsstelle Breitband verfügen über eine Vielzahl von Instrumenten, um die vorgegebenen Aufgaben und Ziele zu erreichen. Dazu gehören:

- | | |
|---|---|
| ■ Informations- und Netzwerkveranstaltungen (groß, mehrthematisch; z.B. Zukunftskongress) | ■ Öffentlichkeitsarbeit (Presseartikel, Anzeigen, Aktionen) |
| ■ Fachveranstaltungen (kleiner, themenspezifisch) | ■ Schulaktionen |
| ■ Messeauftritte, Gemeinschaftsstände | ■ Mitarbeit in externen Gremien |
| ■ Mitwirkung bei Exportinitiativen | ■ Interne Arbeitskreise (innerhalb der AL oder der HTAI) |
| ■ Beratungs- und Kontaktstelle | ■ Vorträge & Präsentationen |
| ■ Studien (z.B. Analysen zu wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Potenzialen) | ■ Soziale Netzwerke |
| ■ Publikationen (z.B. Fachthemen, Trends) | ■ Unterstützung bei Wettbewerben |
| ■ Datenbanken (Kompetenzatlanten) | ■ Unterstützung bei Delegationsreisen |
| ■ Newsletter | |
| ■ Webseite | |

DIE SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN HESSEN-UMWELTTECH, HESSEN-NANOTECH UND HESSEN-BIOTECH

Die drei Schlüsseltechnologie-Linien Hessen-Umwelttech, Hessen-Nanotech und Hessen-Biotech des HMWEVL nehmen in der HTAI eine zentrale Stellung ein.

Technologielinie Hessen-Umwelttech

Die Technologielinie Hessen-Umwelttech ist eine zentrale Plattform für die Umwelttechnologie-Branche. Sie soll deren Wettbewerbsfähigkeit stärken, die Innovationskraft von hessischen Herstellern und Dienstleistern der Umwelttechnik – insbesondere im Hinblick auf die Themen Ressourceneffizienz und Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS) – fördern und als Schnittstelle zu Umwelttechnologieanwendern dienen.

Die Technologielinie bietet Informationen, Kommunikationsangebote und Kooperationsmöglichkeiten für Umwelttechnologieanbieter und -anwender. Hessen-Umwelttech berät Unternehmen, fördert den Technologietransfer und stellt die Kompetenzen der hessischen Umwelttechnologie dar. Neben den oben genannten standardisierten Angeboten spielt das Förder- und Beratungsprogramm Hessen-PIUS zum Thema Produktionsintegrierter Umweltschutz eine wichtige Rolle für Hessen-Umwelttech.

Technologielinie Hessen-Nanotech

Hessen-Nanotech ist die zentrale Plattform für die Nanotechnologie in Hessen. Unterstützt werden Unternehmen im Bereich der Nanotechnologie und den materialbasierten Technologien. Ziel ist es, über die Nanotechnologien und deren Anwendungspotenziale zu informieren sowie die hessischen Kompetenzen in diesem Bereich darzustellen. Dabei setzt sich die Technologielinie auch für den verantwortungsvollen Umgang und sicheren Einsatz von Nanotechnologien ein.

Die Nanotechnologie und die materialbasierten Technologien gelten als Schlüsseltechnologien und geben für viele bedeutende Branchen wie z.B. Elektrotechnik, IKT, Biotechnologie oder Maschinenbau in Hessen mit ihren unzähligen Einsatzmöglichkeiten Impulse für Innovationen und können auch zu einer echten Herausforderung im internationalen Wettbewerb werden. Über die Technologielinie Hessen-Nanotech erfolgt die zentrale Bündelung der wirtschafts- und technologiebezogenen Nanotechnologie-Aktivitäten in Hessen. Diese unterstützt auch beim Transfer von nanotechnologischen Entwicklungen in mögliche Anwendungsbranchen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit.

Technologielinie Hessen-Biotech

Auch Hessen-Biotech wurde als zentrale Plattform eingerichtet und soll die hessische Biotechnologie- und Medizintechnikbranche unterstützen. Aktivitäten werden gebündelt und eine zentrale Öffentlichkeitsarbeit sorgt für die notwendige Aufmerksamkeit. Hessen ist der führende Biotechnologie-Standort in Deutschland. Ziel der Technologielinie ist es, den Technologietransfer zwischen Forschung & Entwicklung und den produzierenden Unternehmen zu erleichtern oder gar zu ermöglichen. Das beinhaltet auch die Herstellung von Kontakten zu potenziellen Investoren. Öffentlichkeitsarbeit steht im Fokus der Technologielinie, um die Vermarktung zu erleichtern. Die Vertretung auf Messen und die Organisation von Branchenveranstaltungen stehen dabei im Vordergrund.

GESCHÄFTSSTELLE BREITBAND

„Mehr Breitband in Hessen“ ist ein Projekt der Hessischen Landesregierung. Es zielt auf eine flächendeckende Versorgung mit schnellem Internet bis Ende des Jahres 2018. Das im Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung und in der Hessen Trade & Invest als „Geschäftsstelle Breitband in Hessen“ angesiedelte Projektbüro hat eine beratende und unterstützende Funktion in den Bereichen Finanzierung und Förderung, rechtliche Rahmenbedingungen, Informationssysteme sowie Technik. Dabei arbeitet es eng mit den umsetzenden Landkreisen, den Telekommunikations- und Versorgungsunternehmen sowie mit Behörden, Wirtschaftsförderungsgesellschaften, Kammern und Verbänden zusammen.

Gemeinden, Gemeindeverbände und Landkreise können bei der Planung des Breitbandausbaus und der Durchführung des Vergabeverfahrens auf regionale Breitbandberater zugreifen. Diese sind Anlaufstelle sowohl für eine Erstberatung als auch für die Begleitung bei der Projektdurchführung und können den Kontakt zu den Anbietern herstellen.

TECHNOLOGIELINIE HESSEN-IT

Hessen-IT ist die zentrale Plattform für den gesamten Informations- und Telekommunikationsbereich in Hessen. Die Technologielinie bietet als zentrale Stelle alle Informationen und Leistungen zum IT-Bereich aus einer Hand. Projektträger ist auch hier die HTAI. Übergreifendes Ziel ist es, Hessen für die digitale Gesellschaft und als herausragenden IT- und Kommunikationsstandort zu stärken, weiter auszubauen und zu vermarkten.

Neben wirtschaftlichen Aspekten haben IKT als Querschnittstechnologien auch eine weit reichende gesellschaftliche Dimension. Innovative Informations- und Kommunikationstechnologien können Antworten auf große gesellschaftliche Herausforderungen der Zukunft liefern, wie bspw. zu Demografie, Globalisierung, Ressourcennutzung, Gesundheit und Sicherheit. Basierend auf der IKT-Strategie „Digitales Hessen 2020 – Leben mit Zukunft“⁶⁸ übernimmt Hessen-IT eine tragende Rolle und bündelt die vier systematisch miteinander verbundenen Säulen:

- IKT-Infrastruktur
- IKT-Entwicklung
- IKT-Transfer
- IKT-Standortmarketing

Hessen-IT ist eng mit dem in Darmstadt beheimateten House of IT verbunden, das zur weiteren Stärkung der IKT-Branche in Hessen von Vertretern aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft gegründet wurde. Neben dem House of Finance und dem House of Logistics and Mobility will auch das House of IT dazu beitragen, „die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Stärken der Region national und international noch sichtbarer zu machen“.

Mit dem Aufbau des House of IT wollen die beteiligten Organisationen gemeinsam die folgende Vision umsetzen:

- Das House of IT trägt gemeinsam mit Partnern in anderen Leuchtturmprojekten dazu bei, dass die Region um Frankfurt-Rhein-Main und die Wissenschaftsstadt Darmstadt noch deutlicher als bisher als maßgeblicher IKT-Standort in Europa, als „deutsches Silicon Valley“ und ideales Ökosystem für neue Ideen und Gründung wahrgenommen werden.
- Hochkarätige Wissenschaftler, IKT-Entscheidungsträger und -Fachkräfte, Unternehmensgründer und exzellente Studierende siedeln sich zunehmend in der Region an.
- Das House of IT trägt dazu bei, Wertschöpfung, Innovation und Wachstum in der IKT-Branche zu steigern sowie neue Arbeitsplätze in der Region zu schaffen.
- Das House of IT nimmt die führende Rolle bei der interdisziplinären Weiterbildung von IKT-Entscheidungsträgern und -Fachkräften ein.
- Das House of IT leistet einen spürbaren Beitrag zur Förderung des Gründerklimas in der Region, was sich in der wachsenden Zahl von Neugründungen niederschlägt.⁶⁹

⁶⁸ Vgl. <http://www.hessen-it.de/dynasite.cfm?dsmid=13277>

⁶⁹ <http://www.house-of-it.eu/dynasite.cfm?dsmid=17252>

DAS PROJEKTÜRO INTELLIGENTE FABRIK

In der HTAI wurde 2014 das Projektbüro Intelligente Fabrik eingerichtet, um Unternehmen zum Themenkomplex Industrie 4.0 zu informieren und sie themenbezogen zu vernetzen. Um das Thema Industrie 4.0 strukturiert voranbringen zu können, ist es notwendig, die potenziellen und existierenden Schnittstellen zwischen den vorhandenen Aktivitäten sowie zwischen dem Projektbüro Intelligente Fabrik und den fünf Akteursgruppen (Banken, Öffentliche Hand, Verbände, Wissenschaft und Wirtschaft) zu analysieren und zu prüfen, in wieweit diese Ansätze weiterentwickelt oder in andere Formen der Kooperation und Vernetzung überführt werden sollten. Zweifelsohne bieten sich hier vielfältige Chancen der Zusammenarbeit verschiedenster Akteure in Hessen, die genutzt werden sollten. Dabei geht es aktuell jedoch primär um den Austausch von Information und Wissen.

Da das Projektbüro ein erster Ansatz ist, der für die Zukunft eine stärkere Fokussierung und zentrale Steuerung des Themas Industrie 4.0 in Hessen bieten kann, wurden im Rahmen der vorliegenden Studie die möglichen Schnittstellen des Projektbüros mit den relevanten Technologielinien, der Geschäftsstelle Breitband aber auch mit den einzelnen relevanten Akteursgruppen betrachtet (vgl. Kapitel 5.4.3 und 5.4.4). Einen ersten Überblick über die Stellung des Projektbüros Intelligente Fabrik im Kontext der Entwicklung und Implementierung einer Industrie 4.0-Strategie im Zusammenspiel verschiedener Akteure gibt Abbildung 5.

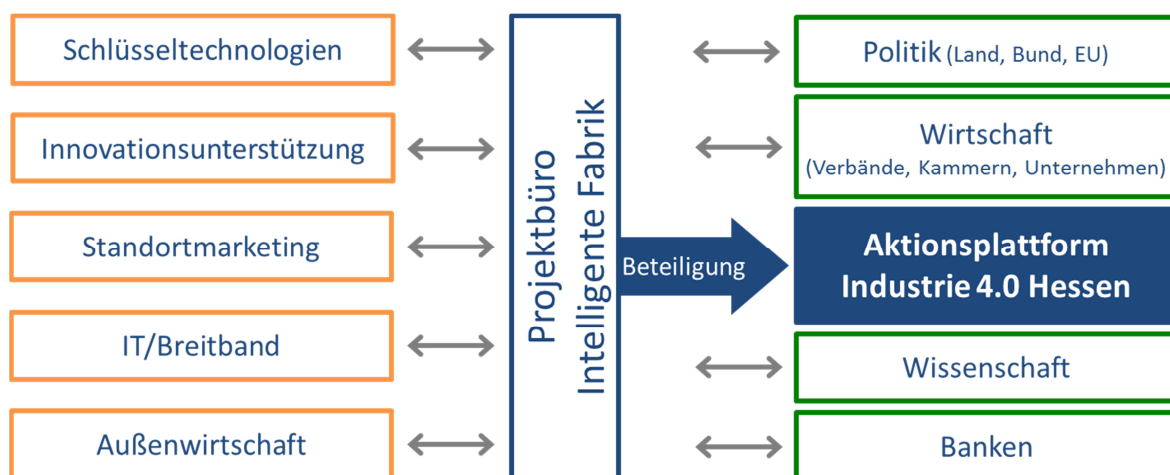


Abbildung 5: Die Stellung des Projektbüros Industrie 4.0

5.4.3 Schnittstellen der internen Zusammenarbeit

SCHNITTSTELLE PROJEKTÜRO INTELLIGENTE FABRIK – GESCHÄFTSSTELLE BREITBAND

Ein entscheidender Punkt für die Umsetzung von Industrie 4.0 in den hessischen Unternehmen ist das Vorhandensein einer flächendeckenden Breitbandversorgung, welche auch die qualitativen Anforderungen erfüllt. Mit der Prüfung der Schnittstelle zwischen der Intelligenzen Fabrik Hessen und der Geschäftsstelle Breitband können die neuen Anforderungen von Seiten der Stakeholder bzw. des Marktes erkannt und vorbereitet werden.

STÄRKEN:	Das Projektbüro Intelligente Fabrik hat über die Geschäftsstelle Breitband Zugriff auf ein breites und fundiertes Wissen. Über das Monitoringinstrument „hesbis“ kann der aktuelle Breitband-Versorgungsstand im Land abgerufen werden. Der Geschäftsstelle Breitband stehen darüber hinaus alle Informationen zu geplanten Aktivitäten zum Breitbandausbau in den Landkreisen und Städten zur Verfügung. Dies ermöglicht für die Umsetzung von Industrie 4.0 die Durchführung von Analysen, die Aufschluss über das Vorhandensein bzw. Fehlen adäquater Breitbandanbindungen geben. So können die Landkreise frühzeitig über notwendige Maßnahmen informiert und Aktivitäten eingeleitet werden.
SCHWÄCHEN UND GEFAHREN:	Da Breitbandprojekte in der Regel von den Landkreisen initiiert bzw. umgesetzt werden, kann es zu einer zeitlichen Differenz zwischen erkanntem Bedarf und der Umsetzung kommen. Vom Land geplante Maßnahmen im Bereich Industrie 4.0 könnten den Druck auf einige Regionen erhöhen, die den Breitbandausbau noch nicht flächendeckend umsetzen konnten. Die Anforderungen der vom Land Hessen beauftragten regionalen Breitbandberater stammen noch aus dem Jahr 2009 und wurden bisher nicht auf die aktuellen Erfordernisse angepasst. Netzwerke schaffen und Stakeholder ermitteln sind nach wie vor relevant, im Kontext neuer Themen wie Industrie 4.0 müssen die Berater jedoch komplexer vorgehen. Noch immer liegt der Schwerpunkt auf der flächendeckenden Bereitstellung von Breitbandinfrastruktur, dabei sollte eine genaue Definition der Anforderungen an ein heutiges Netz durch Anwendungen wie Industrie 4.0 definiert werden. Daher sollten nicht nur die Kommunen, sondern auch die Wirtschaft in die Aktivitäten einbezogen werden. Um dies zu erreichen könnten die Innovationsberater der IHKs mit den regionalen Breitbandberatern Hand in Hand arbeiten.
HINDERNISSE:	Für eine funktionierende und fruchtbare Schnittstelle und die Nutzung möglicher Synergieeffekte zwischen dem Projektbüro Intelligente Fabrik und der Geschäftsstelle Breitband sind für Industrie 4.0 enge Abstimmungen notwendig. Dies ist z.B. auch für die Außenkommunikation (u.a. bei Bürgeranfragen) notwendig. Diese Prozesse müssen gut durchdacht und ggf. professionell begleitet werden.
CHANCEN:	Mit Industrie 4.0 wird der Fokus vom reinen Aufbau der Infrastrukturen auf den Anwendungsbereich verschoben. Hierdurch ergeben sich neue Argumentations- und Handlungsspielräume für den Breitbandausbau, der für die Umsetzung von Industrie 4.0 notwendig ist. Mithilfe des Instrumentes „hesbis“ könnten analog zum Vorschlag eines Kompetenzatlas mehr Informationen aus der Wirtschaft eingespielt werden. Somit wäre die Anwendung ein optimales Hilfsmittel für die Umsetzung bzw. Begleitung von Industrie 4.0 Projekten.

SCHNITTSTELLE PROJEKTÜRO INTELLIGENTE FABRIK – HESSEN-IT

Für die Umsetzung von Industrie 4.0 in Unternehmen ist in vielen Fällen eine gezielte Unterstützung im Bereich IKT notwendig. Themen wie Umstellung von IPv4 auf IPv6, Firewall, Datenschutz usw. können von den Unternehmen in der Regel nicht mit den vorhandenen Ressourcen selbst geschultert werden. Hier wird der Input von Experten gefragt sein. Durch eine eingehende Prüfung der Schnittstelle können die Anforderungen identifiziert und Maßnahmen definiert werden. Daher sollte die Schnittstelle zwischen Projektbüro Intelligente Fabrik und Hessen-IT geprüft werden, um die neuen Anforderungen seitens der Stakeholder vorzubereiten.

STÄRKEN:	Durch die Zusammenarbeit mit der Technologieline Hessen-IT verfügt das Projektbüro Intelligente Fabrik über ein breites Wissen und hat guten Zugriff auf die Bereiche Netzwerk, Datenschutz und Sicherheit. Des Weiteren verfügt Hessen-IT über ein belastbares, umfassendes Netzwerk an Stakeholdern aus diesen Bereichen.
SCHWÄCHEN UND HINDERNISSE:	Das Thema Industrie 4.0 wird auch IT-Unternehmen in Bezug auf Technik und Erfahrung an ihre Grenzen bringen, da für die Umsetzung prozessoptimierender Anwendungen und Technologien eine branchen- und produktübergreifende Beratung notwendig ist, werden auch IT-Unternehmen inhaltlich und technisch an ihre Grenzen stoßen. Hierzu muss das bisherige Netzwerk an Stakeholdern und Multiplikatoren auf die neuen Anforderungen hin geprüft werden.
CHANCEN:	Neues Angebot an Veranstaltungen, Messen, Workshops, Erfahrungsaustausche und Konferenzen, die Fragestellungen zu Industrie 4.0 erörtern.

SNITTSTELLE PROJEKTBURO INTELLIGENTE FABRIK – TECHNOLOGIELINIEN HESSEN-UMWELTTECH, HESSEN-NANOTECH UND HESSEN-BIOTECH

Ein weiterer entscheidender Punkt für die Umsetzung von Industrie 4.0 in Unternehmen wird das Bemühen um Ressourceneffizienz und einen Produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) sein. Auch die Weiterentwicklung und Vermarktung von Zukunftstechnologien, wie sie in den Technologieline Hessen-Nanotech oder Hessen-Biotech unterstützt werden, haben einen starken Bezug zum Thema Digitalisierung und Vernetzung.

STÄRKEN:	Das Projektbüro Intelligente Fabrik hat durch die Technologieline eine breite Wissensbasis und Zugriff auf wichtige Themen wie Ressourceneffizienz und Produktionsintegrierter Umweltschutz. Dies wird z.B. durch das Projekt „Effiziente Fabrik 4.0“ an der TU Darmstadt ergänzt.
SCHWÄCHEN UND HINDERNISSE:	Für die Umsetzung von Industrie 4.0 ist das Vertrauen der Gesellschaft von entscheidender Bedeutung. Daher sind Investitionen in Sicherheit wichtig. Es ist wichtig über Chancen und Risiken frühzeitig zu informieren und zu reagieren, offen zu kommunizieren und auf den kritischen Dialog mit Verbrauchern, Behörden und Nichtregierungsorganisationen vorbereitet zu sein. Da bei der Umsetzung von Industrie 4.0 viele verschiedene Aspekte eine Rolle spielen, ist die Darstellung der unbedingten Relevanz von Ressourceneffizienz und Produktionsintegriertem Umweltschutz als wichtigen Aspekt der Einführung von Industrie 4.0 nicht leicht zu erreichen. Hierfür bedarf es konkreter Erfahrungswerte und Daten, die aktuell nicht verlässlich für alle relevanten Bereiche vorliegen.
CHANCEN:	Eines der bereits existierenden Programme ist Hessen-PIUS, welches kleine und mittlere Unternehmen unterstützt, indem es über die Möglichkeiten des Produktionsintegrierten Umweltschutz informiert. Dabei werden unterschiedliche Prozessbereiche und Technologiefelder im Rahmen einer individuellen Beratung analysiert und optimiert. Aufgrund der steigenden Kosten für (z.B. Strom und Gas) könnte die Ressourceneffizienz und ein Produktionsintegrierter Umweltschutz zu einem der großen Treiber der Umsetzung von Industrie 4.0 werden. Die Nanotechnologie wird sich mittelfristig auf nahezu alle industriellen Branchen auswirken. Die Einsatzmöglichkeiten reichen von der Optimierung bestehender Produkte

und Prozesse über Produktinnovationen bis zu einer Neugestaltung der Produktion. Das Potenzial eröffnet eine Vielzahl von Möglichkeiten und kann für Unternehmen in zahlreichen Bereichen entscheidende Wettbewerbsvorteile schaffen. Die Biotechnologie gehört zu den stärksten Branchen des Landes, und Hessen ist gleichzeitig einer der wichtigsten Branchenstandorte. Diesen Vorteil gilt es auch im Bereich Industrie 4.0 zu nutzen.

5.4.4 Zusammenarbeit des Projektbüros Intelligente Fabrik mit externen Akteursgruppen

Das Projektbüro Intelligente Fabrik soll als Schnittstelle zwischen dem Land Hessen und weiteren Akteuren etabliert werden. Um die Wahrung aller Interessen zu ermöglichen, ist idealerweise eine von der Wirtschaft getragene Aktionsplattform Industrie4.0 einzurichten, an der sich das Projektbüro Intelligente Fabrik beteiligt. So kann eine Verzahnung zwischen den Aktivitäten des Landes und der Wirtschaft hergestellt werden. Weitere Überlegungen dazu finden sich in den Handlungsempfehlungen in Kapitel 10.1.

Fakt ist, dass es zwischen dem Projektbüro und den einzelnen externen Akteuren bzw. Akteursgruppen klare Schnittstellen und Gemeinsamkeiten in den Interessen gibt.

SNITTSTELLE PROJEKTÜRO INTELLIGENTE FABRIK – BANKEN

Die Finanzierung von Modernisierungsprozessen ist ein wesentlicher Aspekt bei der Umsetzung von Industrie 4.0 in den Unternehmen. Kosten können dabei z.B. für eine professionelle Beratung oder für die Anschaffung neuer bzw. die Umrüstung vorhandener Maschinen entstehen. Viele dieser Vorhaben können von den Unternehmen nicht mit eigenen Mitteln finanziert werden – hier werden die regionalen und überregionalen Banken in Zukunft verstärkt in die Umsetzung von Industrie 4.0 einbezogen. Neben den Banken sind in diesem Bereich auch die Mehrheitsbeteiligungsgesellschaft Hessen (MBG H) und die Bürgschaftsbank Hessen wichtige Gesprächs- und ggf. Kooperationspartner, mit deren Hilfe Beteiligungen an Vorhaben erreicht bzw. die Kreditwürdigkeit der Unternehmen untermauert werden können.

STÄRKEN: Hessen hat u.a. durch die landeseigene Wirtschafts- und Infrastrukturbank (WIBank) umfangreiche Kenntnisse in den Bereichen Projektfinanzierung, Förderung und Bürgschaften.

SCHWÄCHEN: Die Umsetzung von nachhaltigen Industrie 4.0-Projekten wird in der Regel sehr umfangreich sein, was eine Bewertung des Risikos für die Finanzierung erschwert. Auch wenn Banken geübt sind, das Risiko für Kredite und Bürgschaften bei der Modernisierung von Unternehmen zu bewerten, gibt es bei dem relativ neuen und umfassenden Feld „Industrie 4.0“ eine Reihe von Faktoren, die schwer eingeschätzt werden können. So ist die positive Wirkung einer Umrüstung der Prozesse und Maschinen noch nicht umfassend mit Zahlen belegt.

CHANCEN: Die Modernisierung von Unternehmen wird zu einem erhöhten Kapitalbedarf führen, von dem private Banken profitieren können, wenn sie die Risiken optimal bewerten.

SCHNITTSTELLE PROJEKTÜRO INTELLIGENTE FABRIK – ÖFFENTLICHE HAND

Die vernetzte Zusammenarbeit der Öffentlichen Hand mit dem Projektbüro Intelligente Fabrik ist ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 in Hessen. Neben den relevanten ministeriellen Stellen können auch die Kreise und Gemeinden in den Bereichen Technologie- und Wirtschaftsförderung wichtige Impulse setzen und durch die Vernetzung Rahmen schaffen, damit Industrie 4.0 im öffentlichen Sektor auch wahrgenommen wird.

STÄRKEN: Es gibt bereits ein sehr belastbares Netzwerk, in das das Projektbüro Intelligente Fabrik, die Technologielinien Hessen-Umwelttech, Hessen-Nanotech und Hessen-IT, die Geschäftsstelle Breitband in Hessen und die öffentliche Hand eingebunden sind, welches für Industrie 4.0 instrumentalisiert werden kann. So sind regelmäßige Veranstaltungen, Messen, Workshops, Erfahrungsaustausche und Konferenzen eine gute Möglichkeit, diese Schnittstelle zu einem gut funktionierenden Instrument auszubauen.

SCHWÄCHEN: Im Gegensatz zur Wirtschaft sind die Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse, an denen die öffentliche Hand maßgeblich beteiligt ist, oft nur langfristig planbar. Dies ist in erster Linie den hierarchischen Strukturen (inhaltliche Zuständigkeiten und Entscheidungsbefugnisse) geschuldet, kann im Einzelnen aber auch mit Verzögerungen durch mangelndes Wissen und Personal begründet sein.

CHANCEN: Das umfassende Netzwerk des Projektbüros Intelligente Fabrik kann der öffentlichen Hand dabei helfen, die Zusammenarbeit mit den einzelnen Akteursgruppen auszudehnen und zu vertiefen um so auf regionaler und lokaler Ebene neue Impulse für die Umsetzung von Industrie 4.0 zu setzen.

SCHNITTSTELLE PROJEKTÜRO INTELLIGENTE FABRIK – VERBÄNDE

Die großen Industrieverbände wie BITKOM, VDMA und ZVEI haben bereits eine eigene Geschäftsstelle für Industrie 4.0 gegründet – sie sind daher ein wichtiger Partner bei der weiteren Definition von Anforderungen der Wirtschaft und bei der Umsetzung. Die Schnittstelle des Projektbüros Intelligente Fabrik mit diesen Industrieverbänden ist daher von großer Bedeutung. Aber auch andere Verbände können im Bereich Industrie 4.0 eine Rolle spielen und sollten in der Zusammenarbeit berücksichtigt werden. Wichtig sind in diesem Zusammenhang ebenfalls die Gewerkschaften, die Industrie- und Handelskammern sowie die Handwerkskammern. Ihre Mitglieder und Aktivitäten bieten vielfache Möglichkeiten zur Kommunikation und Weiterentwicklung des Themas Industrie 4.0.

STÄRKEN: Die „Plattform Industrie 4.0“ besteht bereits seit April 2013. Verbände haben hier ein gemeinsames Sprachrohr und können durch ihre Mitgliederstrukturen als Multiplikatoren dienen. Eine Neuauflage erfolgte 2015 unter Führung von BMWI und BMBF.

SCHWÄCHEN: Verbände vertreten in erster Linie die Interessen ihrer Mitglieder. Dies kann die Verbreitung von Informationen und die Entwicklung von Strategien und Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0 stark beeinflussen. Hier ist es wichtig, die eigenen Interessen genau zu kennen und das Lobbying entsprechend auszurichten.

CHANCEN: Das Projektbüro Intelligente Fabrik könnte sich beim Thema Industrie 4.0 mit den Verbänden vernetzen und eine gemeinsame Plattform schaffen bzw. die bereits bestehende Plattform für landesspezifische Zwecke nutzen. Da das Projektbüro über direkte Verbindung zu den IHKs und den Innovationsberatern verfügt, wäre eine breite Front zum Thema vorhanden.

SCHNITTSTELLE PROJEKTBURO INTELLIGENTE FABRIK – WISSENSCHAFT

Zum Thema Industrie 4.0 gibt es in Hessen bereits eine Vielzahl guter Beispiele und Aktivitäten von Seiten der Wissenschaft, z.B. das Projekt „Effiziente Fabrik 4.0“⁷⁰ an der TU Darmstadt, die Forschungsgruppe für Netzwerksicherheit, Informationssicherheit und Datenschutz⁷¹ an der Frankfurt University of Applied Sciences oder das LOEWE-Zentrum Center for Advanced Security Research (CASED) in Darmstadt.

STÄRKEN: Bereits laufende Projekte und Aktivitäten bieten einen großen Pool an Wissen und Know-how. Dabei ist besonders das bundesweit einmalige Forschungsförderungsprogramm „LOEWE“ der Landesregierung hervorzuheben. Durch die Unterstützung der Spitzenforschung in Hessen wird die Innovationskraft der Wissenschaftseinrichtungen für die Entwicklung von Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ermöglicht. Hessen kann sich mit diesen Aktivitäten als herausragender Player im Bereich Industrie 4.0 darstellen. In einigen F&E-Aktivitäten werden bereits Kontakte zur Wirtschaft aufgebaut und genutzt.

SCHWÄCHEN: Die Umsetzung von Industrie 4.0 ist sehr vielschichtig, der wissenschaftliche Ansatz kann in einigen Bereichen zu theoretisch sein. Hier ist eine Verbindung zur Praxis dringend notwendig. Über die Schnittstelle mit dem Projektbüro Intelligente Fabrik kann diese Verbindung jedoch gut hergestellt werden. Dabei muss es gelingen, den Akteuren aus der Forschung den Zugang zur Praxis zu erleichtern bzw. den Unternehmen den Weg zur Wissenschaft zu ebnet.

CHANCEN: Durch die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft könnten z.B. einheitliche und praxisnahe Standards für Prozesse und Systeme erarbeitet werden.

SCHNITTSTELLE PROJEKTBURO INTELLIGENTE FABRIK – UNTERNEHMEN

Die Schnittstelle des Projektbüros Intelligente Fabrik mit der Wirtschaft, d.h. den Unternehmen orientiert sich an den Wissens- und Technologiebedarfen der Wirtschaft sowie der Umsetzung von Industrie 4.0 in der Praxis.

STÄRKEN: Über den direkten Kontakt zu Unternehmen erhält das Projektbüro Intelligente Fabrik einen aktuellen Überblick über die Entwicklungen der Märkte und Technologien. Zudem besitzt die Wirtschaft ein klares Bild über die Anforderung ihrer Kunden.

SCHWÄCHEN: Zurzeit agieren viele Unternehmen noch sehr zurückhaltend im Bereich Industrie 4.0. Viele Unternehmer sind sich über die konkreten Vorteile noch nicht im Klaren, sehen aber die vermeintlichen Hindernisse bei der Umsetzung (Kosten, Qualifikation, Wartung, Standardisierung, etc.). Der Einsatz von Industrie 4.0 ist ein langwieriger Prozess, der nicht zuletzt vom Interesse der Verantwortlichen abhängt.

CHANCEN: Die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft kann dazu beitragen, Innovationen voranzutreiben, Standards zu definieren und diese praxisnah zu erproben.

⁷⁰ Siehe auch: <http://www.effiziente-fabrik.tu-darmstadt.de/menue/index.de.jsp> [Stand 19.02.2015]

⁷¹ Siehe auch: <http://www.frankfurt-university.de/fachbereiche/fb2/forschung-institute-projekte/forschungsgruppe-fuer-netzwerksicherheit-informationssicherheit-und-datenschutz.html> [Stand 19.02.2015]

6 Akteure im Bereich Industrie 4.0

Die zahlreichen Aktivitäten werden von Akteuren aus den unterschiedlichsten Bereichen initiiert, begleitet und umgesetzt. Die folgenden Ausführungen und Auflistungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern zeigen lediglich die bekanntesten bzw. öffentlich aktiven Organisationen und Zusammenschlüsse auf Bundes- und Länderebene.

6.1 Akteure auf Bundesebene

Hauptakteure auf Bundesebene sind das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Beide Ministerien begleiten, fördern und formen Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0 bereits seit einigen Jahren und haben im Rahmen von Forschungsansätzen und -programmen erste Impulse für eine Weiterentwicklung setzen können. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur verfolgt dagegen derzeit keine konkreten Ziele oder Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0.

So wurden das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 und der Arbeitskreis Industrie 4.0 im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung durch das BMBF initiiert. Das BMWi stellt über die beiden Förderprogramme „Autonomik für die Industrie 4.0“ und „Smart Service Welt“ bereits knapp 100 Millionen Euro für das Thema bereit.⁷²

Im „Technologieprogramm Autonomik für Industrie 4.0“⁷³ arbeiten Industrie und Wissenschaft in Verbundprojekten zusammen, um die Machbarkeit, Potenziale und wirtschaftlichen Nutzen einer intelligenten Produktion der Zukunft aufzeigen zu können. Das Programm umfasst die Ebenen zukunftsweisende Systeme, zukunftsweisende Produkte sowie zukunftsweisende, wissensintensive elektronische Dienstleistungen. Die Erforschung und Entwicklung von Anwendungen wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Über das Programm Smart Service Welt⁷⁴ werden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gefördert, die innovative IKT-gestützte Dienstleistungen ermöglichen. Der Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten liegt in den Technologiefeldern Erhöhung der Flexibilität, Umsetzung von Konzepten der Resilienz, Entwicklungsarbeiten zur Intelligenz in Smart Service Welten sowie Entwicklungsarbeiten zur Konnektivität.

Von großer Bedeutung ist jedoch die neu gegründete Plattform Industrie 4.0, die allen Akteuren aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft die Möglichkeit zur gemeinsamen Entwicklung des Themenfeldes Industrie 4.0 gibt. Sie ist aus der Verbände-Plattform „Arbeitskreis Industrie 4.0“ hervorgegangen.

⁷² <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0.html> [Stand 04.05.2015]

⁷³ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Autonomik für Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.autonomik40.de/media/Autonomik_Broschuere_barrfrei.pdf [Stand 20.02.2015]

⁷⁴ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Smart Service Welt – Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/smart-service-welt-internetbasierte-dienste-fuer-die-wirtschaft,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> [Stand 20.02.2015]

INITIATIVEN DER WIRTSCHAFT: ARBEITSKREIS INDUSTRIE 4.0 UND PLATTFORM INDUSTRIE 4.0⁷⁵

Im Arbeitskreis Industrie 4.0 engagiert sich eine Reihe namhafter Unternehmen, Verbände und Forschungseinrichtungen sowie Experten aus der Wissenschaft, die sowohl den Bereich Entwicklung als auch den Bereich Einsatz von Industrie 4.0-Anwendungen vertreten:⁷⁶

WISSENSCHAFT	
<ul style="list-style-type: none"> • Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH (BIBA) • Fraunhofer-Institut IPA • Jacobs University Bremen • TU Darmstadt • TU München 	<ul style="list-style-type: none"> • Universität Oldenburg/Offis • Universität Paderborn • Karlsruher Institut für Technologie (KIT) • Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen
WIRTSCHAFT	
<ul style="list-style-type: none"> • ABB Ltd. • BMW AG • Bosch Software Innovations GmbH • Daimler AG • Deutsche Post DHL AG • Deutsche Telekom AG • Festo AG & Co. KG • Hewlett-Packard GmbH 	<ul style="list-style-type: none"> • Infineon Technologies AG • Robert Bosch GmbH • SAP AG • Siemens AG • Software AG • ThyssenKrupp AG • TRUMPF GmbH & Co. KG • Wittenstein AG
FORSCHUNG UND VERBÄNDE	
<ul style="list-style-type: none"> • acatech • BITKOM • Bund Deutscher Ingenieure (BDI) • Deutscher Gewerkschaftsbund (DGB) • Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) • Fraunhofer IAO 	<ul style="list-style-type: none"> • Giesecke & Devrient GmbH • Institut für Produktionstechnik (WBK) • Jacobs University Bremen • Scheer Group • Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) • Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI)
FORSCHUNG UND VERBÄNDE MINISTERIEN / GÄSTE	
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Hauptakteure der Plattform Industrie 4.0 sind die drei Industrieverbände BITKOM, VDMA und ZVEI. Die Mitglieder dieser drei Verbände konnten sich in den vier Arbeitsgruppen und verschiedenen Gremien einbringen.

In der aus dem Arbeitskreis hervorgegangenen Plattform Industrie 4.0 waren alle Mitglieder des Arbeitskreises aktiv. Zusätzlich wurden verschiedene wissenschaftliche Institutionen und Universitäten (Helmut-Schmidt-Universität Hamburg, verschiedene Fraunhofer Institute, RWTH Aachen, die Technischen Universitäten Berlin, Dortmund, Darmstadt, Kaiserslautern, München, die Universtäten Oldenburg,

⁷⁵ Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Plattform Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.plattform-i40.de/> [Stand 28.01.2015]

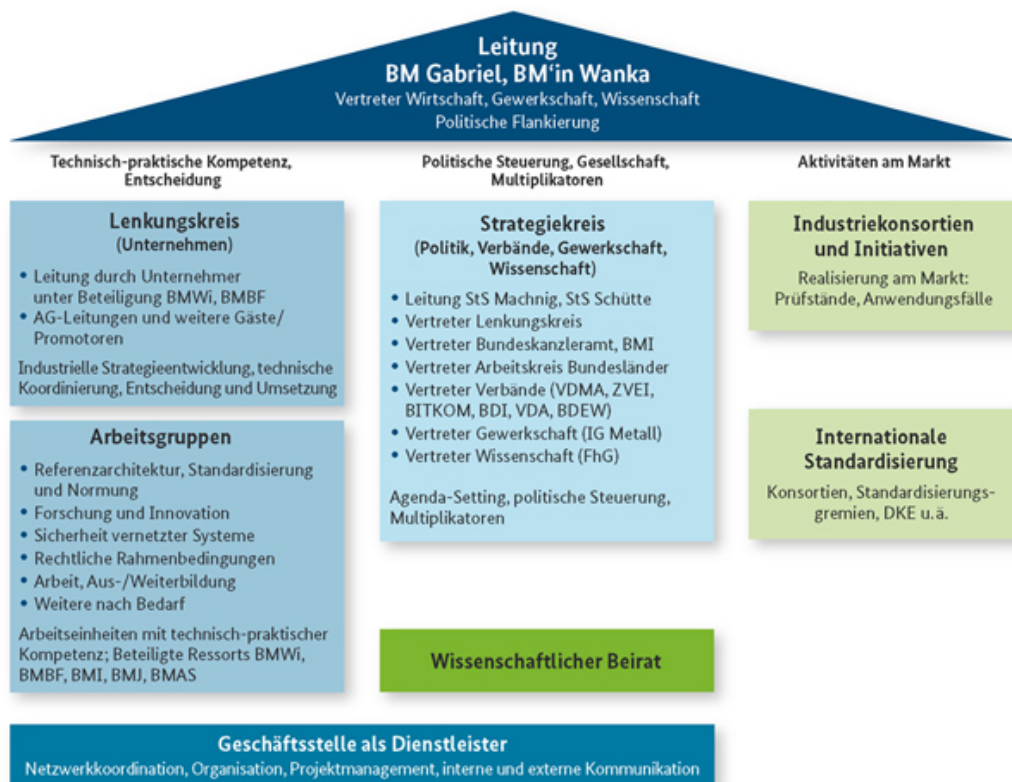
⁷⁶ Vgl. <http://www.acatech.de/de/projekte/abgeschlossene-projekte/industrie-40.html> [Stand: 20.01.2015]

Passau und Stuttgart) sowie weitere Wirtschaftsunternehmen (IBM Deutschland GmbH, Robert Bosch AG, Volkswagen AG, Phoenix Contact Electronics GmbH) aufgenommen.

DIE NEUE PLATTFORM INDUSTRIE 4.0⁷⁷

Seit April 2015 gibt es eine neue, erweiterte Plattform Industrie 4.0 unter Leitung des Wirtschaftsministers und der Bildungsministerin. Hier sollen künftig Politik, Verbände, Gewerkschaften und die Wissenschaft gemeinsame Ziele und Ansätze erarbeiten. Dazu wird es zu Beginn fünf Arbeitsgruppen geben, die sich mit den Themen Referenzarchitektur, Standardisierung & Normung, Forschung & Innovation, Sicherheit vernetzter Systeme, rechtliche Rahmenbedingungen sowie Arbeit, Aus- & Weiterbildung beschäftigen werden.

Die Struktur der Plattform sieht neben dem Leitungsgremium aus BMWi, BMBF und Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gewerkschaften auch die Einrichtung eines Strategiekreises und eines Lenkungskreises vor. Folgende Grafik gibt einen Überblick über die vorgesehenen Strukturen.



Stand: 13. März 2015

Abbildung 6: Struktur der neuen Plattform Industrie 4.0 unter Leitung des BMWi und BMBF

Quelle: <http://www.bmw.de/BMWi/Redaktion/Bilder/Industrie/gemeinsame-plattform-industrie-4-0,property=bild,bereich=bmwi2012,sprache=de,width=620,height=530.png> [Stand: 04.05.2015]

⁷⁷ <http://www.bmw.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0.html> [Stand: 15.03.2015]

Weitere für die vorliegende Studie relevante Akteure auf Bundesebene sind die Mitglieder der Arbeitsgruppe 2 des nationalen IT-Gipfels.

ARBEITSGRUPPE 2 „VERNETZTE ANWENDUNGEN UND PLATTFORMEN FÜR DIE DIGITALE GESELLSCHAFT“ DES NATIONALEN IT-GIPFELS

Anliegen der Arbeitsgruppe 2 ist es, die Marktentwicklung bei der digitalen Vernetzung Deutschlands zu beschleunigen⁷⁸. Das Arbeitsprogramm beruht auf drei Leitgedanken: (1) Digitale Vernetzung als Chance für Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit, (2) Digitale Vernetzung für eine moderne Gesellschaft und (3) Neue Formen der Zusammenarbeit. Für die inhaltliche Arbeit ist die AG 2 in die drei Unterarbeitsgruppen „Intelligente Netze“, „Plattformen und Enabler“ sowie „Industrie 4.0 und Smart Services“ unterteilt, die im Jahr 2013 eingerichtet wurde. Das Thema Industrie 4.0 erhält damit einen prominenten Platz in den Überlegungen und Diskussionen der Experten der AG 2. Dazu dienen auch die innerhalb der Unterarbeitsgruppe etablierten Projektgruppen (PG) mit den Arbeitstiteln „Smart Factory“, „Smart Services“ und „Transformation Industrie“.

6.2 Akteure in den Bundesländern

BADEN-WÜRTTEMBERG: MICROTec SÜDWEST⁷⁹ UND ALLIANZ 4.0

Das branchenübergreifende Technologiecluster MicroTec Südwest hat mehr als 360 Mitglieder aus Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, die die Stellung des Landes im Bereich Mikrosystemtechnik ausbauen wollen. Anwendungsfelder des Clusters sind Smart Production, Smart Mobility, Smart Health und Smart Energy.

Der Lenkungskreis „Allianz 4.0“ soll einen Masterplan erstellen, um die Entwicklung Baden-Württembergs zum Leitmarkt und Leitanbieter für Industrie 4.0 zu befördern. Für die notwendigen Prozesse stehen zunächst mindestens 8.5 Mio. Euro zur Verfügung.

BAYERN: BAYERISCHES IT-LOGISTIKCLUSTER⁸⁰

Das IT-Logistikcluster verbindet die Logistikbranche mit IT-Technologien. Es wurde 2011 gegründet und hat etwa 40 Mitglieder, vorwiegend kleine und mittelständische Unternehmen. Das Cluster wird aber auch von Forschungseinrichtungen für ihr individuelles Netzwerk genutzt. Im Jahr 2014 wurde das Cluster vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie in das „go-cluster“-Programm aufgenommen.

Ziele sind die Bündelung der Kompetenzen, die Unterstützung bei Kooperationen sowie gemeinsames Marketing. Das Cluster unterstützt seine Mitglieder in Veranstaltungen oder durch die Bereitstellung verschiedener Marketinginstrumente. Zudem werden Kontakte zu Hochschulen vermittelt. Aktuelle Projekte des IT-Logistikclusters sind der Arbeitskreis Logistik-Cloud, das Netzwerk innovative Logistik für die IT (I2P) sowie das Forum IT-Logistik.

⁷⁸ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Arbeitsgruppe 2: Vernetzte Anwendungen und Plattformen für die digitale Gesellschaft, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.it-gipfel.de/IT-Gipfel/Navigation/Arbeitsgruppen2014/arbeitsgruppe2.html> [Stand 28.01.2015]

⁷⁹ MST BW Mikrosystemtechnik Baden-Württemberg e.V. (2015): Der Cluster, Freiburg. Online verfügbar unter: <http://microtec-suedwest.de/> [Stand 29.01.2015]

⁸⁰ Bayerisches IT-Logistikcluster (2015): Über das Cluster, Regensburg. Online verfügbar unter: <http://www.it-logistik-bayern.de/it-logistik/106989-591,1,0.html> [Stand 29.01.2015]

HAMBURG: HAMBURG AVIATION⁸¹

Hamburg Aviation ist ein Luftfahrtcluster mit 3 Kernunternehmen, in denen mehr als 40.000 Fachkräfte tätig sind. Zum Cluster gehören auch zahlreiche kleine und mittelständische Unternehmen sowie Hochschulen, Verbände und Institutionen. Durch eine vernetzte Forschung und Entwicklung sollen hochwertige Produkte und Dienstleistungen angeboten werden.

NORDRHEIN-WESTFALEN: TRANSFERALLIANZ AACHEN⁸²

Bei der Transferallianz Aachen handelt es sich um ein regionales Netzwerk, welches aus der Wirtschaftsförderungsagentur AGIT, der RWTH Aachen, der Fachhochschule Aachen, der Handwerkskammer Aachen und der Technikagentur Euskirchen besteht. Das Netzwerk bietet Unterstützung bei der Partnersuche für Forschungs Kooperationen, bei Patentfragen und Gründerberatung.

Das Technologiennetzwerk it's OWL ist ein High-Tech-Standort mit Clusterpartnern wie Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie wirtschaftsnahen Einrichtungen. Das Netzwerk möchte den Innovationssprung von der Mechatronik zu intelligenten technischen Systemen gestalten. Ziel ist dabei, eine Spitzenposition der Region im Wettbewerb für Intelligente Technische Systeme zu erreichen. Diese Entwicklungsstrategie wurde im Jahr 2012 im Spitzencluster-Wettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ausgezeichnet.

RHEINLAND-PFALZ: TRANSFERNETZ RHEINLAND-PFALZ⁸³ UND SMARTFACTORY^{KL}

Das Transfernetz Rheinland-Pfalz ist ein Verbund von Wissens- und Technologietransferstellen von Universitäten und Fachhochschulen des Landes Rheinland-Pfalz. Das Transfernetz ist dabei der Ansprechpartner für Unternehmen zu Kooperationsmöglichkeiten mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Es bietet aber auch Patentinformationen und Gründungsberatung an. Ziel ist, die Forschungserfahrung und wissenschaftliche Kompetenz in die Praxis zu tragen.

SmartFactory^{KL} ist Kompetenzzentrum und herstellerunabhängige Demonstrations- und Forschungsplattform. In diesem Netzwerk arbeiten Partner aus Industrie und Forschung an innovativen Fabrikssystemen zur Umsetzung von Industrie 4.0. Gegründet wurde SmartFactory^{KL} 2005 als gemeinnütziger Verein. Gründungsmitglieder sind das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, KSB, Pepperl+Fuchs, ProMinent, die Technische Universität Kaiserslautern und Siemens.⁸⁴

⁸¹ Hamburg Aviation (2015): Über uns, Hamburg. Online verfügbar unter: <http://www.hamburg-aviation.de/de/ueber-uns/standort.html> [Stand 29.01.2015]

⁸² Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer AGIT mbH (2015): Transferallianz Aachen, Aachen. Online verfügbar unter: <http://www.agit.de/fuer-unternehmen/innovieren-und-wachsen/partner-finden/transferallianz-aachen.html> [Stand 29.01.2015]

⁸³ Transfernetz Rheinland Pfalz (2015): Über uns, Kaiserslautern. Online verfügbar unter: <http://www.transfer-rlp.de/> [Stand 29.01.2015]

⁸⁴ Weitere Informationen zur SmartFactory^{KL} sind unter <http://www.smartfactory-kl.de/> verfügbar [Stand 28.05.2015]

SAARLAND: SOFTWARE-CLUSTER⁸⁵

Das Cluster „Softwareinnovationen für das digitale Unternehmen“, kurz Software-Cluster, besteht aus Universitäten, großen sowie kleinen und mittelständischen Unternehmen. Diese arbeiten gezielt daran, Softwarelösungen für die Digitalisierung von Unternehmen zu entwickeln.

SACHSEN: SILICON SAXONY⁸⁶

Silicon Saxony ist ein Branchennetzwerk für Mikro- und Nanoelektronik, Software, Smart Systems, Applikationen und Energiesysteme und verbindet mehr als 300 Unternehmen, Hochschulen, Forschungsinstitute und öffentliche Einrichtungen. Hauptziel ist es, die Wirtschaftsregion Sachsen als Standort für Informations- und Kommunikationstechnik national und international zu stärken. Das Netzwerk ist eine Kooperations- und Kommunikationsplattform, die Synergien und enge wirtschaftliche Beziehungen hervorruft und die Innovationskraft fördert. Der Verein trägt sowohl zur Vernetzung der europäischen Mikroelektronik-Standorte als auch zum Standortmarketing bei.

6.3 Akteure in Hessen

6.3.1 Nachfrageorientierte Innovationsunterstützung bei der HTAI

Die Zukunft der hessischen Wirtschaft liegt in der Vermarktung neuer Technologien, innovativer Produkte, Produktionsverfahren und intelligenter Dienstleistungen mit hohem Wertschöpfungsanteil. Die enge Vernetzung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft bei Forschung und Entwicklung ist zudem eine der traditionellen Stärken des deutschen Innovationssystems. Der Informations- und Wissenstransfer spielt dabei eine strategisch wichtige Rolle.

In enger Verzahnung mit den Maßnahmen der Technologielinien steht die Hessen Trade & Invest GmbH mit ihren Aktivitäten zur nachfrageorientierten Innovationsunterstützung den hessischen Unternehmen als zentraler Ansprechpartner und Innovationslotse zur Verfügung.

Ziel und Aufgabe der nachfrageorientierten Innovationsunterstützung bei der Hessen Trade & Invest GmbH ist es

- alle relevanten Angebote zur Technologie- und Innovationsförderung sowohl innerhalb (z.B. Enterprise Europe Network (EEN), Außenwirtschaft etc.) als auch zu den externen Partnern zu vernetzen.
- einen nachhaltigen und intensiven Austausch zwischen der Wirtschaft auf der einen und dem vielfältigen Angebot der Wissenschaft auf der anderen Seite zu unterstützen.
- Unternehmen den Zugang zu den Forschungstätigkeiten der Hessischen Hochschulen zu erleichtern, damit Kooperationsprojekte entstehen und innovative Ideen der unternehmerischen Praxis in neue Produkte und Verfahren umgesetzt werden können. Hierfür wird eng mit der IHK Innovationsberatung Hessen, den Handwerkskammern und den hessischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie weiteren Partnern zusammen gearbeitet. Als Online-Angebot können Firmen in der intelligenten Suchmaschine „Forschungsfinder Hessen“ nach Kontakten an den hes-

⁸⁵ Kompetenzzentrum Informatik Saarland (2015): Technologietransfer, Saarbrücken. Online verfügbar unter: <http://www.informatik-saarland.de/technologietransfer.php> [Stand 29.01.2015]

⁸⁶ Silicon Saxony e.V. (2015): Silicon Saxony: The High-Tech Network for global success!, Dresden. Online verfügbar unter: <http://www.silicon-saxony.de/home.html> [Stand 29.01.2015]

sischen Hochschulen suchen. Veranstaltungen zu branchenspezifischen Themen sorgen für ein Wissensupdate der Unternehmen über aktuelle Branchentrends und rege Kontaktmöglichkeiten in die Wissenschaftsszene.

- Die Forschungsergebnisse der hessischen Wissenschaftler schneller zu vermarkten und damit in innovative Produkte umzusetzen, wie zum Beispiel im Rahmen der Hessischen Patentverwertungsorganisation (HIPO), einem Zusammenschluss der hessischen Hochschulen und Patentverwertungsagenturen.
- Die Clusterbetreuung als strategische Aufgabe weiter auszubauen, denn Cluster und Netzwerke sind klassische Plattformen für Wissens- und Technologietransfer, die seit 2008 auch von der Hessen Trade & Invest GmbH begleitet, analysiert und zu Förderfragen und clusterrelevanten Themen beraten werden.

6.3.2 Initiative Industrieplatz Hessen⁸⁷

Die Initiative „Industrieplatz Hessen“ ist ein Zusammenschluss von Politik und Wirtschaft, der in erster Linie die strategische Ausrichtung des Industrie- und Wirtschaftsstandortes Hessen bestimmt. Sie wird vom Verband hessischer Unternehmen (VhU) und dem Hessischen Wirtschaftsministerium (HMWEVL) gemeinsam getragen.

Ziel ist es, Hessen in die Top 5 der europäischen Innovationsrangliste zu platzieren und Hessen zu einer modernen Industrieregion zu machen. Die Initiative will die Standortbindung erhöhen, den Industriestandort Hessen stärken und Hessen zu einem Modell-Land für intelligente Netzwerke aus Industrie und Dienstleistung weiterentwickeln. Durch eine klare Ausrichtung auf mehr Innovation und Export, die Förderung weiterer Clusterbildungen in Branchen und Regionen sowie einen nahtlosen Anschluss an die High-Tech-Initiative der Bundesregierung, sollen diese Netzwerke vorangebracht werden. Es wurden dazu in enger Zusammenarbeit zwischen Landesregierung, Industrieverbänden und Unternehmen Handlungsfelder definiert, in denen an der Modernisierung des Standortes Hessen gearbeitet werden soll. Im Januar 2015 wurde das neue Leitbild der Initiative Industrieplatz Hessen veröffentlicht, die drei prioritäre Handlungsfelder definiert:

- Positive Einstellung schaffen
 - Die Lösungsbeiträge der Industrie zu einem guten Leben und zur Lösung gesellschaftlicher Probleme verdeutlichen.
- Ressourcen effizient nutzen
 - Den Vorteil der zentralen Lage optimal nutzen und Wettbewerbsnachteile beseitigen.
 - Vorhandene Potenziale erschließen.
- Das Neue erschließen
 - Die Wissensarbeit(er) stärken.
 - Die Dynamik für neue Wertschöpfung nutzen.

Für diese Handlungsfelder und -bereiche wurden im Rahmen des neuen Leitbildes konkrete Aktivitäten definiert, die auch der Förderung des Themas Industrie 4.0 dienlich sein werden. Neben einer Kommunikationsoffensive für Industrie und Industriedienstleistungen sollen z.B. Maßnahmen in den Bereichen Energiewende, Materialforschung, Ressourceneffizienz, Transparenz von Informationen, Umsetzung der Innovationsstrategie und Präsenz bei der Plattform Industrie 4.0 ergriffen werden.

⁸⁷ Initiative Industrieplatz Hessen (2013): Über die Initiative Industrieplatz Hessen, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.industrieplatz-hessen.de/industrieplatz-hessen-de-ueber-uns_unseremitglieder [Stand 29.01.2015]

6.3.3 Technologiecluster und -netzwerke in Hessen

Cluster und Netzwerke stellen in Hessen einen wichtigen Bereich der Vernetzung von Akteuren dar. „Die Cluster und Netzwerke in Hessen leisten einen wesentlichen Beitrag zur regionalen und überregionalen Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und wirtschaftsnahen Einrichtungen. Durch diese Zusammenarbeit werden die vorhandenen Potenziale gestärkt, Wissensaustausch und Technologietransfer befördert und die Wettbewerbsfähigkeit der hessischen Regionen steigt.“⁸⁸ Zurzeit sind 37 Clusterinitiativen in Hessen tätig.⁸⁹ Jedes dieser Cluster ist in einem Bereich angesiedelt, der deutliche Anknüpfungspunkte zu Industrie 4.0 und der Modernisierung von Fertigungsprozessen bietet. Im Sinne intelligenter Systeme ist hier auch die Logistikbranche einzuschließen. Weitergehende Informationen sind im Clusterportal auf www.hessen-cluster.de verfügbar.

6.4 Akteursgruppen im Bereich Industrie 4.0

Es wird deutlich, dass sowohl in Hessen als auch in den anderen Bundesländern und auf Bundesebene eine Vielzahl von Akteuren im Bereich Industrie 4.0 identifiziert werden können, die an den unterschiedlichsten theoretischen und praktischen Projekten und Netzwerken beteiligt sind. Dabei gibt es Akteure, die in verschiedenen Zusammenhängen mit dem Thema in Verbindung stehen und sich in mehreren Netzwerken und Projekten engagieren. Dies sind in erster Linie die großen Interessensverbände, aber auch einige größere Industrieunternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen. Daneben gibt es viele „kleinere“ Akteure, die regional und/oder thematisch fokussiert arbeiten und das Thema Industrie 4.0 auf ihre eigene Weise und im Rahmen ihrer Möglichkeiten voranbringen.

Um einen besseren Überblick über die tatsächlichen und möglichen (relevanten) Akteure zu erhalten, wurden bereits für die Durchführung der Interviews im Rahmen dieser Studie Akteursgruppen definiert. Dies sind (1) die öffentliche Hand, (2) die Banken, (3) die Wirtschaft, (4) die Wissenschaft und (5) die Verbände. Jede dieser Gruppen hat einen eigenen Zugang zum Thema Industrie 4.0 und auch innerhalb der Gruppen variieren die Interessen und Aktivitäten zum Teil erheblich. Es scheint daher sinnvoll, die einzelnen Gruppen näher zu beleuchten und ihre Relevanz und Möglichkeiten zu identifizieren. Der Fokus der Betrachtung liegt für diese Studie immer auf Hessen.

6.4.1 Die Öffentliche Hand

Zur Gruppe der Öffentlichen Hand gehören der Bund, die Regierungen und Ministerien der Länder, Kreise, Gemeinden, Gemeindeverbände, der Hessische Landkreistag (HLT), der Hessische Städte- und Gemeindebund (HSGB) aber auch öffentliche Unternehmen. Für Hessen sind vor allem die folgenden Untergruppen relevant:

- Gemeinden und Gemeindeverbände
- Wirtschaftsförderer
- Öffentliche Unternehmen

⁸⁸ HA Hessen Agentur GmbH (Hrsg.) (2013): Analyse der Clusterlandschaft in Hessen, S. 1. Online Verfügbar unter http://www.hessen-agentur.de/mm/849_Clusteranalyse.pdf [Stand 25.02.2015]

⁸⁹ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energi, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Hessische Cluster- und Netzwerkiniciativen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.hessen-cluster.de/index.php?id=107> [Stand: 24.01.2015]

- Kreisverwaltungen
- Regierungsbezirke Kassel, Gießen und Darmstadt
- Regionalmanagement Mittelhessen
- Regionalmanagement Nordhessen
- Regionalverband FrankfurtRheinMain
- Landesministerien und verbundene Einrichtungen

Aufgabe der öffentlichen Hand sollte es sein, im Rahmen der Wirtschaftsförderung sowie der Regional- und Wirtschaftspolitik und -entwicklung gezielte Prioritäten festzulegen und Anreize für die Modernisierungsprozesse in den Unternehmen zu schaffen. Akteure dieser Gruppe können die Rahmenbedingungen schaffen, die für eine Umsetzung von Industrie 4.0 notwendig und sinnvoll sind. Je nach regionalem Bezug, Verantwortungsbereichen, den Handlungs- und Entscheidungskompetenzen sowie den finanziellen und personellen Möglichkeiten müssen die einzelnen Akteure dieser Gruppe hierfür einen eigenen Standpunkt erarbeiten und gleichzeitig offen für die Zusammenarbeit mit den anderen Akteursgruppen sein. Erste SWOT-Überlegungen ergeben die folgenden Punkte, die für eine weitere Behandlung des Themas Industrie 4.0 durch die öffentliche Hand beachtet werden sollten:

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Politische Unterstützung ▪ Fördermöglichkeiten ▪ Finanzielle Verlässlichkeit ▪ Verwaltungskompetenz und -ressourcen ▪ Erfahrung ▪ Führungsqualitäten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Komplexes Projekt ▪ Kostenintensiv ▪ Ansehen/Image ▪ Ressourcenverfügbarkeit ▪ Bürokratie ▪ Fehlendes Fachwissen ▪ Keine klaren Verantwortlichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirtschaftsförderung ▪ Arbeitsplatzschaffung ▪ Verbesserung des Image ▪ Marktführer ▪ Vorreiterrolle ▪ Vernetzung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bürokratischer Aufwand ▪ zu regelgebunden ▪ Trends und Entwicklung verpassen
Chancen	Risiken

6.4.2 Banken

Die Bürgschaftsbank Hessen GmbH, die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank), die Beteiligungs-Managementgesellschaft Hessen mbH (BM H) sowie einzelne öffentlich-rechtliche Kreditinstitute (Landesbanken, Sparkassen, KfW Bankengruppe, Landesbausparkassen) sind die wesentlichen Akteure aus dem Bankensektor. Des Weiteren sind auch die Förderbanken, die Investmentbank, Private Geschäftsbanken (Großbanken, Regional- und sonstige Banken, sowie Zweigstellen ausländischer Banken, private Realkreditinstitute, private Bausparkassen, Direktbanken, Privatbankiers) und Genossenschaftsbanken (Zentralbanken, Volks- und Raiffeisenbanken, Sparda-Banken, PSD Banken, Spezialinstitute, Fondgesellschaft, IT-Dienstleister, Hypothekenbanken, Kreditgenossenschaften) potenzielle Akteure im Kontext der Finanzierung von Vorhaben. Bisher zeigen die meisten Banken noch kein spezielles Interesse am Thema Industrie 4.0 – Kredite und Finanzierungen für Unternehmen werden themenunabhängig vergeben. Dennoch sollten auch die Banken über Hintergrundwissen verfügen, um Modernisierungsvorhaben von Unternehmen aber auch Entwicklungsprojekte beurteilen zu können.

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohes Unterstützerpotenzial ▪ Erfahrung in der Risikoabschätzung ▪ Hohe Multiplikatorfunktion, z.B. über Förder- und Finanzierungsprogramme ▪ Lokale/regionale Sparkassen und Banken: hohe Kundennähe und damit ggf. gute Möglichkeit zur Risikoabschätzung und schnelle Entscheidungswege ▪ Konservative und nachhaltige Geschäftspolitik ▪ Generell umfangreiches Markt- und Asset-Know-how ▪ Fortgeschrittene Risikomanagement- und Pricing-Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wenig Fachwissen über Industrie 4.0 und dessen Komponenten ▪ Sparquote/Zinsen ▪ Negativer Zinssatz ▪ Vergleichsweise hohe Branchenabhängigkeit ▪ Großbanken / überregionale Institute: Kreditbewilligung ausschließlich nach „Zahlen, Daten, Fakten“, keine persönliche Beurteilung der Sachlage ▪ Geringe Gesprächsbereitschaft/ geringer Vernetzungsgrad
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durchsetzung risikoadäquater Margen ▪ Ausweitung von antizyklischen Investment Management-Aktivitäten ▪ Aufbau neuer Kundebeziehungen ▪ Refinanzierungsmöglichkeiten durch den Zugang zur liquiditätsstarken genossenschaftlichen Finanzgruppe ▪ Ausbau der Beratungs- und Serviceangeboten für Kunden, Investoren und Banken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geld- und Kapitalmarktverwerfungen im weitesten Sinne ▪ Rückgang der Werte in verschiedenen Marktsegmenten ▪ Folgen der weltweiten Finanzmarktkrise, Staatsschuldenkrise in Europa ▪ Verschuldung einiger Industriestaaten und Schwellenländer ▪ Nicht antizipierte Stärkung des US-Dollars gegenüber dem Euro ▪ Weitere staatliche Unterstützungen der Bankwettbewerber und zunehmende Regulierungsanforderungen
Chancen	Risiken

6.4.3 Unternehmen

Die Unternehmen sind die wesentlichen Treiber der Umsetzung von Industrie 4.0 und müssen in alle Diskussions- und Entwicklungsprozesse einbezogen werden – nur wenn sich die Entwicklung neuer Systeme und Prozesse an den Bedürfnissen der Unternehmen orientiert, besteht eine Chance der Implementierung in die Herstellungs- und Kommunikationsprozesse. Dabei sind einerseits große, weltweit agierende Unternehmen wichtig, die über eigene F&E-Abteilungen und stabile Netzwerke verfügen. Sie haben das Potenzial, Standards zu setzen, Vorgaben für die Art der Anwendungen und Prozesse zu machen, die auf Seite der Kunden und Auftragnehmer (also entlang der Wertschöpfungsketten) eingesetzt werden können und müssen und sind somit in aller Regel die Wegbereiter für eine umfassende Etablierung von Industrie 4.0. Andererseits sind auch die kleinen und mittleren Betriebe von großer Bedeutung, denn hier lassen sich Prozesse oft schneller und unkomplizierter justieren und erneuern. Wie bei den anderen Akteursgruppen ist auch für die Unternehmen kein einheitliches Statement zu den Stärken und Schwächen abzugeben. Je nach Größe des Unternehmens, nach vorhandenem oder möglichem Kapital, Unternehmensstruktur, Branche, Vernetzungsgrad etc. sind hier verschiedene Aspekte zu berücksichtigen, Stärken des einen Unternehmens können für ein anderes Unternehmen eine Schwäche bedeuten und andersherum.

Die unten stehende SWOT bildet daher nur einen Ausschnitt der möglichen internen und externen Faktoren.

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fachwissen ▪ Gut ausdifferenzierte Forschungsinfrastruktur ▪ Hohe technologische Wissensbasis ▪ Kurze Entscheidungswege in KMU ▪ Hoher Vernetzungsgrad entlang der Wertschöpfungsketten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mangelnde Information und Akzeptanz ▪ Mangelndes IT-Know-how der Mitarbeiter ▪ Hohe Entwicklungskosten ▪ Zeit und Kosten für Implementation von Industrie 4.0 ▪ Abhängigkeit von Wissen und Akzeptanz der Entscheidungsebene ▪ Hierarchische Strukturen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibilität ▪ Hohes Innovationspotenzial ▪ Arbeitsplatzschaffung ▪ Vielzahl von Unternehmen und damit Erleichterung des Aufbaus von Clustern und Netzwerken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verstärkter weltweiter Wettbewerb und damit verbundener zunehmender Kostendruck ▪ Rechtliche Rahmenbedingungen ▪ Fehlende Definition von Standards
Chancen	Risiken

6.4.4 Wissenschaft

Universitäten, Fachhochschulen, Berufsschulen und Forschungseinrichtungen sind die Hauptakteure in dieser Gruppe. In Hessen gibt es aktuell 36 Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, von denen jedoch nur ein Teil thematischen Bezug zu Industrie 4.0 hat. Aktiv sind bisher vor allem die Universität Kassel, die TU Darmstadt, die Technische Hochschule Mittelhessen, das Fraunhofer Institut für Sichere Informationstechnologie und das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel. Für die Akteursgruppe „Wissenschaft“ ergeben sich die folgenden hauptsächlichen hilfreichen und hinderlichen Aspekte:

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute Forschungsinfrastruktur ▪ Erfahrung ▪ Fachwissen ▪ Außeruniversitäre Forschung ▪ Hohes Interesse am Thema 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosten für Forschung ▪ Wenig interdisziplinäre Forschung – Verknüpfung zwischen Forschungsbereichen/Institutionen und zwischen den Hochschulen ▪ Oft fehlender Bezug zur Praxis ▪ Reaktion auf Fachkräftemangel zu langsam
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vernetzungsmöglichkeiten ▪ Hohes Innovationspotenzial ▪ Europaweites Know-how durch Austauschprogramme ▪ Interdisziplinäre Lehre kann ausgebaut werden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oft fehlende Kooperationen mit der Praxis, dadurch Akzeptanz der Qualifikation ▪ Verfügbarkeit von Drittmitteln/ Forschungsgeldern
Chancen	Risiken

6.4.5 Wirtschaftsverbände

Hier sind in erster Linie die Interessensverbände der Wirtschaft wichtig, die über ihre Multiplikatorenfunktion den Weg zur Umsetzung von Industrie 4.0 maßgeblich ebnen können. Dazu gehören die regionalen IHKs (inklusive der Arbeitsgemeinschaft hessischer IHKs), Branchenverbände (wie z.B. der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA), der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI), der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM), die Vereinigung der hessischen Unternehmerverbände e.V. (VhU), die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG), der Bundesverband mittelständische Wirtschaft (BVMW), der Verband der Chemischen Industrie (VCI) etc.) aber auch regionalpolitische Verbände wie der VKU (Verband kommunaler Unternehmen) u.a. können für die Schaffung der Voraussetzungen zur Umsetzung von Industrie 4.0 einen Beitrag leisten und sollten berücksichtigt werden. Hier gibt es zum Beispiel über das Thema Breitbandausbau Anknüpfungspunkte.

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vernetzung – hoher Multiplikationsgrad ▪ Nähe zur Wirtschaft ▪ Einflussnahme in der Politik ▪ Großes Informationsangebot mit hoher Reichweite 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zu wenig Fachwissen in Bezug auf Industrie 4.0 ▪ Entscheidungen abhängig von Gremienmeinung und -interessen ▪ Mitgliederinteressen im Vordergrund
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Multiplikatorenwirkung ▪ Möglichkeiten der Themensteuerung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mitgliederschwund ▪ Zersplitterung in immer speziellere Verbände⁹⁰ ▪ sinkender Einfluss
Chancen	Risiken

Die Akteure öffentliche Hand, Banken, Wirtschaft, Wissenschaft und Verbände spielen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 eine wesentliche Rolle. Dabei sollten die erwähnten Stärken und Chancen genutzt werden, um die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie in Hessen zu erhalten bzw. zu stärken. Die öffentliche Hand schafft dabei die Rahmenbedingungen und kann auch informieren. Vor allem das Hintergrundwissen der Banken ist nicht ausreichend. Als wesentlicher Treiber der Umsetzung von Industrie 4.0 wurde die Wirtschaft identifiziert. Daher sollte diese in ihrer Position als Hauptakteur gestärkt werden. Auch der Wissenschaft kommt eine wesentliche Rolle zu, ihre Netzwerke und Erfahrung im Bereich Forschung und Entwicklung müssen in die Schaffung der Rahmenbedingungen sowie in den Umsetzungsprozess einbezogen werden.

⁹⁰ Humborg, Dr. Christian (2012): Niedergang der Verbände durch unzufriedene Mitglieder? Argumentationsmuster der internen Kritik an den Industrie- und Handelskammern in Deutschland, Universität Potsdam, Potsdam. Online verfügbar unter: <http://basantathapa.de/wp-content/uploads/2014/08/THAPA-Niedergang-der-Verb%C3%A4nde-durch-unzufriedene-Mitglieder.pdf> [Stand 12.02.2015], S. 8

7 Fördermöglichkeiten im Bereich Industrie 4.0

Unternehmen und Institutionen, die ihre Bemühungen und Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0 ausbauen bzw. verstärken möchten, können von Förderprogrammen auf unterschiedlichen Ebenen profitieren. Neben dem Land Hessen und dem Bund widmet sich auch die EU dem Thema und fördert entsprechende Aktivitäten. Auf den folgenden Seiten werden die relevanten Förderprogramme und -mechanismen von Land, Bund und EU erläutert.

7.1 Förderprogramme der EU

Auf europäischer Ebene gibt es drei Programme, die die Implementation von Industrie 4.0-Anwendungen und -Prozessen in Unternehmen unterstützen: Horizon 2020, COSME und EUREKA. Für jedes Programm wurden unterschiedliche Schwerpunkte und Zielgruppen definiert.

7.1.1 Horizon 2020

Im Rahmen von Horizon 2020 (H2020) sind verschiedene Entwicklungslinien der europäischen Industrieförderung zusammengefloßen. Das Programm bietet europäischen Unternehmen zahlreiche Möglichkeiten, sich im globalen Wettbewerb besser zu positionieren und sektorübergreifend ihre technische Basis zu verbessern.

Insbesondere die bereits 2008 von der EU-Kommission ins Leben gerufene „Factories of the Future“-Initiative (FoF) soll es europäischen Unternehmen ermöglichen, zukünftig besser und flexibler auf Kundenbedürfnisse nach „grünen“, individuellen und hochqualitativen Produkten einzugehen und eine am Bedarf orientierte, auf Abfallvermeidung und Energieeinsparungen orientierte Produktion einzuführen.

Für den Themenkomplex Industrie 4.0 sind vier Förderbereiche in H2020 relevant: die Querschnittsmaßnahme Fast Track to Innovation, das KMU-Instrument, diverse „Public Private Partnerships“ (PPPs) sowie Joint Technology Initiatives.

Die Querschnittsmaßnahme „Fast Track to Innovation“ (FTI) ist ein Fördermechanismus für innovative Projekte mit Potenzial zur Vermarktung. Das Ziel von Fast Track to Innovation (FTI) ist es, eine schnellere Vermarktung von Ergebnissen zu ermöglichen. Das KMU-spezifische Instrument wurde eingeführt, um die Beteiligung von innovationsstarken kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) an Horizon 2020 zu erhöhen. Es setzt bei der marktnahen Forschung und Demonstration an, hat aber auch die Phase der Vermarktung von Innovationen im Blick. Es handelt sich dabei um ein Querschnittsinstrument, da es sowohl innerhalb der Bereiche „Grundlegende und industrielle Technologien (LEIT)“ als auch „Gesellschaftliche Herausforderungen“ gilt. Das KMU-Instrument ist in drei Phasen gegliedert, in denen Forschungsergebnisse umfassend von der Erstellung einer Machbarkeitsstudie über Demonstration und die Prototypenentwicklung bis zur Vermarktung des Produkts gefördert werden. In Phase 3 (Kommerzialisierung) erhalten KMU einen erleichterten Zugang zu Finanzinstrumenten (Kredite, Bürgschaften, Risikokapital), aber keine direkte Förderung aus Horizon 2020.⁹¹

⁹¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015): Innovation in KMU, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.horizont2020.de/einstieg-innovation-kmu.htm> [Stand: 24.10.14]

Weiterhin besteht in H2020 die Möglichkeit der Teilnahme an verschiedenen Public-Private-Partnerships (PPP). Hauptanwendungsfall der PPPs sind die so genannten Joint Technology Initiatives (JTIs), die bereits im 7. Forschungsrahmenprogramm als neues Förderinstrument zur Koordinierung der europäischen Forschung unter Verwirklichung öffentlich-privater Partnerschaften eingeführt wurden. Teilweise aufbauend auf den Europäischen Technologieplattformen (ETPs), sollen die JTIs die Entwicklung ausgewählter strategischer Technologiebereiche in Europa voranbringen. Unter Abdeckung der gesamten Wertschöpfungskette und Einbindung aller wichtigen Akteure eines Sektors zielen die JTIs auf die Bündelung und Koordinierung von Forschungsaktivitäten in Europa sowie auf eine engere Verknüpfung von Forschung und Innovation.

Mit der Gemeinsamen Technologieinitiative ECSEL werden die seit Anfang 2008 operativen Joint Technology Initiatives (JTI) ARTEMIS Eingebettete Computersysteme und ENIAC Nanoelektronik zusammengeführt. Die Ziele der ECSEL sind die Stärkung bzw. der Aufbau der Technologieführerschaft europäischer Kooperationen in der Nanoelektronik für alle Arten innovativer Echtzeit- und sicherheitskritischer Anwendungssysteme, die Absicherung der europäischen Führerschaft bei Design, Produktion und Service von komplexen Embedded- und Cyber-Physical-Systems, der Erhalt und Ausbau der Vorreiterrolle im Bereich Mikrosystemtechnik und Sensorbasierter Smart Systems sowie die Stärkung von Systemforschung und Marktdurchdringung entlang der Wertschöpfungskette, um die Führung bei wertschöpfenden Technologien und nachhaltigen Prozessen als Basis kundenbindender und global wettbewerbsdifferenzierender Systemintegration zu erreichen.

7.1.2 COSME

Das Programm „Competitiveness of enterprises and small and medium-sized enterprises“ (COSME) erleichtert KMU, besonders in der Expansions- und Wachstumsphase, den Zugang zu Krediten und Risikokapital sowie zu europäischen und internationalen Märkten. Darüber hinaus soll das Programm zur Verbesserung der unternehmerischen Kultur und der Wettbewerbsfähigkeit für Unternehmen in der EU beitragen. COSME baut auf den Erfahrungen des Rahmenprogramms für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (CIP) (2007 – 2014) auf.

Für die aktuelle Laufzeit von COSME von 2014 bis 2020 steht ein Budget von 2,3 Mrd. EUR (in laufenden Preisen) bereit.⁹² Der Schwerpunkt des Programms liegt mit 1,4 Mrd. Euro auf der Bereitstellung von zinsgünstigem Wagniskapital und Garantien für Gründung, Expansion und Unternehmensübertragungen. Darüber hinaus fördert COSME das Beratungs- und Unterstützungsnetzwerk Enterprise Europe Network (EEN). Die Kontaktstellen dieses Netzwerks bieten KMU Dienstleistungen und andere Hilfsangebote, damit sie besseren Zugang zu ausländischen Märkten und auch zu EU-Förderprogrammen finden.

Die Finanzinstrumente von COSME – Garantiefazilität und Risikokapitalfazilität – erleichtern KMU den Zugang zu Darlehen und Beteiligungskapital. Mit den Garantien können beispielsweise Darlehen in Fällen besichert werden, in denen ein Unternehmer nicht über ausreichende Sicherheiten verfügt oder die Bank kein Darlehen vergibt.

Antragsteller im Programm COSME sind ausschließlich Intermediäre wie z.B. Finanzintermediäre (Banken etc.), Wirtschaftskammern, Bundesministerien u.ä. bzw. Ersteller von Studien. KMU bzw. Unternehmen können in diesem Policy-Programm nicht direkt Anträge einreichen.

⁹² Kooperationsstelle EU der Wissenschaftsorganisationen (KoWi) (2014): Innovation in SME, Bonn. Online verfügbar unter: http://www.kowi.de/de/desktopdefault.aspx/tabid-576/1571_read-2714/ [Stand: 24.10.14].

7.1.3 EUREKA

Die Forschungsinitiative EUREKA bietet Industrie und Wissenschaft einen Rahmen für grenzüberschreitende marktnahe Forschungscooperationsprojekte in allen Technologiebereichen: von der Materialforschung über die Biotechnologie bis zur Informations- und Kommunikationstechnologie.

Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die im Rahmen der europäischen Forschungsinitiative EUREKA mit Partnern in anderen Mitgliedsländern gemeinsam Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchführen, steht das themenoffene Förderprogramm Eurostars zur Verfügung. Gefördert werden zivile Forschungsprojekte zur Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.⁹³

EUREKA-Cluster sind strategische, langfristig angelegte, industriegetriebene Initiativen mit einem thematischen Fokus, z.B. Software-Entwicklung, Energie etc. Kennzeichnend für die EUREKA-Cluster ist das Zusammenspiel von Industrie, Forschungseinrichtungen und Staat, um Forschung und Entwicklung (FuE) auf strategisch wichtigen Feldern anzustoßen oder um Normierungs- oder Standardisierungsprozesse voranzubringen. Für den Erfolg der Cluster ist es wichtig, dass die in Frage kommenden nationalen Förderprogramme von Anfang an in den Prozess eingebunden sind.⁹⁴

7.2 Förderprogramme des Bundes

Auf Bundesebene findet die Förderung themenbezogen statt. Projekte zum Thema Industrie 4.0 können in verschiedenen Förderprogrammen realisiert werden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sind hier die Hauptakteure.

7.2.1 Bundesministerium für Bildung und Forschung

FORSCHUNGSPROGRAMM „INNOVATIONEN FÜR DIE PRODUKTION, DIENSTLEISTUNG UND ARBEIT VON MORGEN“⁹⁵

Das Forschungsprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ verbindet die verschiedenen Aspekte, die mit Technisierung, Automatisierung und Digitalisierung einhergehen. Es lädt Unternehmen und Forschungseinrichtungen ein, Lösungen zu suchen, die technischen und sozialen Fortschritt verknüpfen. Für das gesamte Programm sind bis 2020 Mittel in Höhe von etwa einer Milliarde Euro vorgesehen.

Aus Sicht der Produktionsforschung bedeutet das neue Möglichkeiten für die Entwicklung von Produktinnovationen, beispielsweise durch hybride Wertschöpfung aus Produktion und Dienstleistung. Konkrete Forschungsthemen des Programms sind:

- Produktion der Zukunft gestalten,
- Neuen Produkten und Technologien zum Durchbruch verhelfen,
- Grün und urban produzieren,

⁹³EUREKA Secretariat (2013): The Eurostars Programme, Brüssel. Online verfügbar unter: <https://www.eurostars-eureka.eu/> [Stand: 23.10.14].

⁹⁴Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2014): EUREKA – Die europäische Initiative für marktnahe Forschung und Entwicklung, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.eureka.dlr.de/de/150.php> [Stand: 23.10.14].

⁹⁵Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen, Bonn. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pub/Innovationen_Produktion_Dienstleistung_Arbeit.pdf [Stand: 22.10.14].

- Mobilität der Zukunft produzieren,
- KMU-Netzwerke fördern und
- Wissen als Schlüssel für Produktivität.

Ein wichtiges Thema im Bereich der Produktion ist, wie im Zeitalter von Industrie 4.0 maßgeschneiderte Produkte zu den Kosten einer Massenanfertigung entstehen können. Dabei spielt der effizientere Einsatz von Ressourcen, allen voran Energie, eine entscheidende Rolle. Erste Schwerpunkte der Dienstleistungsforschung werden die Bereiche Elektromobilität und die Vernetzung von medizinischen, pflegerischen und sozialen Leistungen zur Gesundheitsversorgung sein. Die Forschung zur Zukunft der Arbeit zielt angesichts des Siegeszuges mobiler Geräte unter anderem darauf ab, Arbeitnehmern bessere Möglichkeiten für selbstbestimmtes Arbeiten zu geben und sie vor ständiger Erreichbarkeit und Verfügbarkeit zu schützen.

FÖRDERUNG VON MAßNAHMEN FÜR DIENSTLEISTUNGSINNOVATION DURCH DIGITALISIERUNG⁹⁶

Das BMBF unterstützt Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, die die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen, um die Entwicklung, Erbringung und den Vertrieb von Dienstleistungen nachhaltig zu verändern und zu verbessern. Vorgesehen sind die thematischen Forschungs- und Entwicklungsbereiche

- Prozessinnovation durch Digitalisierung,
- Vernetzung der Dienstleistung und Integration ins Internet,
- Engineering von Dienstleistungssystemen sowie
- ein wissenschaftliches Begleitvorhaben.

Ziel ist es, Unternehmen dabei zu unterstützen, Dienstleistungen effizient zu erstellen, ihren Entwicklungsprozess zu optimieren, Dienstleistungserbringungsprozesse zu modularisieren und zu standardisieren oder die Skalierung des Leistungsangebots zu ermöglichen.

IKT 2020 – FORSCHUNG FÜR INNOVATIONEN⁹⁷

Mit dem Programm „IKT 2020 – Forschung für Innovationen“ stellt das BMBF die programmatischen Weichen für die Forschungsförderung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie. Die Fördermaßnahme ist als lernendes Programm konzipiert, das sich flexibel auf aktuelle Entwicklungen ausrichtet. Ziele und Leitlinien von IKT 2020 sind:

- die technologische Spitzenstellung Deutschlands im Bereich IKT zu festigen und auszubauen,
- die Wettbewerbsfähigkeit des Forschungs-, Produktions- und Arbeitsplatzstandortes Deutschland sowohl branchenbezogen als auch branchenübergreifend durch IKT zu sichern und zu erhöhen,
- eine Innovationspolitik, die an allen Gliedern der Innovationskette ansetzt, insbesondere mit einem verbesserten Zugang zu technologischem Know-how für KMU,
- Förderung von Technologieentwicklungen und Prozessen, die eine besondere volkswirtschaftliche Hebelwirkung entfalten, Technologieführerschaften erhalten und ausbauen sowie neue Dienstleistungen integrieren,

⁹⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Förderdatenbank, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=3afdf26fdc565d76c3c21d73306fcdc5;views;document&doc=12222> [Stand: 22.10.14].

⁹⁷ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Förderdatenbank, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/foerderungen/12230.php> [Stand: 22.10.14].

- gemeinsame Identifizierung von Forschungsschwerpunkten mit Wissenschaft und Wirtschaft bei gleichzeitiger technologieübergreifender Bündelung der Forschungskapazitäten und Forschungsgelder.

Bei der Förderung kommen vier strategische Instrumente zum Einsatz: Leitinnovationen (stark vertikal ausgerichtete Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft, die auf bestimmte Anwendungsfelder/Branchen ausgerichtet sind), Technologieverbünde (stark horizontal ausgerichtete Kooperationen, die eine gemeinsam mit Wissenschaft und Wirtschaft festgelegte konkrete technologische Zielsetzung verfolgen und zu deren Umsetzung eine technologisch ausgerichtete Roadmap vereinbart wird), Dienstplattformen (stark horizontal ausgerichtete Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft, ähnlich den Technologieverbänden, allerdings mit dem Ziel, neue Dienstleistungen durch neue Dienste zu ermöglichen) sowie IKT-spezifische KMU-Förderung⁹⁸. Wesentliche Grundlage für Innovationen auf diesen Feldern sind anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsergebnisse im Bereich der Basistechnologien Elektronik und Mikrosysteme, Softwaresysteme und Wissensverarbeitung sowie Kommunikationstechnik und Netze.

Im Programm KMU Innovativ werden risikoreiche industrielle Forschungs- und vorwettbewerbliche Entwicklungsvorhaben kleiner und mittlerer Unternehmen in den Bereichen

- Elektronik- und Mikrosysteme,
- Elektromobilität und Entwurfsautomatisierung,
- Softwaresysteme und Wissenstechnologien,
- Kommunikationssysteme,
- IT-Sicherheit sowie
- Mensch-Technik-Interaktion für den demografischen Wandel

gefördert, die auf die Anwendungsfelder/Branchen

- Automobil und Mobilität,
- Maschinenbau und Automatisierung,
- Gesundheit und Medizintechnik,
- Logistik und Dienstleistungen,
- Energie und Umwelt sowie
- IKT-Wirtschaft

ausgerichtet sind.⁹⁹

⁹⁸ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Förderdatenbank – Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=3afdf26fdc565d76c3c21d73306fcdc5;views;document&doc=9596&typ=KU> [Stand 25.02.2015]

⁹⁹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Förderdatenbank, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=3afdf26fdc565d76c3c21d73306fcdc5;views;document&doc=9596&pos=box#box> [Stand: 23.10.2014]

FORSCHUNG FÜR DIE PRODUKTION VON MORGEN¹⁰⁰

Mit der Programmlinie „Forschung für die Produktion von morgen“ fördert das BMBF kooperative vorwettbewerbliche Forschungsvorhaben zur Stärkung der Produktion in Deutschland. Die Sicherung der Innovationsführerschaft deutscher Unternehmen im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus ist dabei ein wichtiges Ziel. Forschung in und mit KMU wird besonders gefördert.

Mit dem Programm sollen Hersteller von Produktionsanlagen und deren Zulieferer dabei unterstützt werden, Forschung und Entwicklung für Produktionsanlagen für Wachstumsmärkte durchzuführen. Produktionsanlagen in diesem Kontext sind:

- spannende und umformende Werkzeugmaschinen,
- Anlagen zur Ver- und Bearbeitung von Faser-Verbund-Kunststoffen sowie Multimaterialsystemen und Halbzeugen aus diesen Materialgruppen,
- Laserbearbeitungsanlagen und generative Produktionsanlagen und
- Hybridanlagen im Sinne von Kombinationen aus den vorgenannten Produktionsanlagen.

Unterstützt wird mit die Forschung und Entwicklung in Bezug auf Produktionsanlagen und deren Komponenten sowie Handhabungs-, Verkettungs- und Automatisierungslösungen innerhalb der Produktionsanlagen.

WING – WERKSTOFFINNOVATIONEN FÜR INDUSTRIE UND GESELLSCHAFT¹⁰¹

Im Rahmenprogramm WING sollen in einem ganzheitlichen Ansatz werkstoffbasierte Produktinnovationen generiert und gleichzeitig dem gesellschaftlichen Bedarf an aktuellen Werkstoffentwicklungen sowie Nachhaltigkeitsaspekten Rechnung getragen werden.

Neben der Integration von Grundlagenforschung und angewandter Materialforschung zur Beschleunigung des Ergebnistransfers, spielen auch technologisch getriebene Änderungen der Marktbedingungen eine Rolle. Verbünde aus dem Bereich Forschung und Entwicklung erlauben KMU, lukrative Nischenmärkte zu besetzen. Dabei sollen Themen wie Gesundheit, Mobilität, Information/Kommunikation, sichere Energieversorgung und höhere Ressourceneffizienz werkstoffrelevant gefördert werden.

Auf Projektebene verfolgt das Rahmenprogramm WING folgende Ziele:

- Entwicklung neuer Produkte und Verfahren mit großem gesellschaftlichem Nutzen,
- Beschleunigung des Innovationsprozesses in der Industrie durch die Schaffung effizienter Kooperationsstrukturen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft unter Einbindung von KMU,
- Beiträge zur Lösung von gesellschaftsrelevanten Problemen, insbesondere aufgrund demografischer Entwicklungen in unserer Gesellschaft,
- Verzahnung von FuE mit Bildungs-/Ausbildungsinitiativen, u.a. durch Förderung des fachspezifischen Nachwuchses von Aus- und Weiterbildungsaktivitäten,
- Beitrag zur Schaffung eines europäischen Forschungsraumes und Vertiefung der Internationalisierung, vor allem durch stärkere Beteiligung deutscher FuE-Akteure an den Rahmenprogrammen der EU,
- Ausbau der bilateralen Zusammenarbeit mit Ländern wie China, Korea und Israel.

¹⁰⁰ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Bekanntmachungen, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/foerderungen/23338.php> [Stand: 23.10.14].

¹⁰¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): WING – Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/de/3780.php> [Stand: 23.10.14].

Das BMBF richtet die Förderung von Werkstoffentwicklungen auf die exportstarken Branchen Maschinenbau, Fahrzeugbau, chemische Industrie, Elektrotechnik/Elektronik und IKT aus, die in Deutschland (und Hessen) eine hohe wirtschaftliche und technologische Relevanz haben. Das Programm WING konzentriert sich dabei fachlich auf zehn exemplarische Handlungsfelder:

- Nanotechnologische Werkstoffkonzepte – kleine Dimensionen, große Effekte
- Computational Materials Science - rechnergestützt zu neuen Konzepten
- Bionische Werkstoffe – natürliche Bauprinzipien in der Technik
- Werkstoffe, Chemie und Lebenswissenschaften – der Mensch im Zentrum
- Stoffe und Reaktionen – auf chemischem Weg zu neuen Werkstoffen
- Schichten und Grenzflächen – Schutz, Funktion und Aktion
- Mobilität, Energie und Information, Leichtbau – leichte Werkstoffe und Strukturen
- Ressourceneffiziente Werkstoffe – der Faktor 4-Ansatz
- Intelligente Werkstoffe – regeln ohne Regler
- Elektromagnetische Funktionswerkstoffe – Motor der Informationsgesellschaft

7.2.2 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützt Forschungs- und Entwicklungsprojekte im vorwettbewerblichen Bereich, die die Entwicklung und pilothafte Erprobung neuartiger IKT-basierter Anwendungen zum Gegenstand haben und ein starkes Anwendungs- und Transferpotenzial im Hinblick auf mittelständische Unternehmen aufweisen. Das Spektrum der Fördervorhaben reicht von der Entwicklung und Erprobung eines intelligenten IKT-basierten Energiesystems der Zukunft einschließlich Elektromobilität (Internet der Energie) über internetbasierte Wissensinfrastrukturen für die Gestaltung neuer elektronischer Dienstleistungen (Internet der Dienste) bis hin zur internetbasierten Vernetzung von intelligenten Objekten, sowohl für industrielle Anwendungen als auch im privaten Bereich (Internet der Dinge).

In der jüngsten Vergangenheit wurden u.a. Ideenwettbewerbe zu folgenden Themenschwerpunkten durchgeführt:

Thema	Programme	Beschreibung
Internet der Dienste	THESEUS Programm	Schaffung einer Dienste- und Wissensinfrastruktur für das Internet der Zukunft ¹⁰²
	Trusted Cloud	Entwicklung und Erprobung innovativer, sicherer und rechtskonformer Cloud Computing-Lösungen ¹⁰³
	Smart Data	Technologien für die rechtskonforme und sichere Verwertung von Big Data in Wirtschaft und Gesellschaft ¹⁰⁴
Internet der Dinge	Next G	Förderung von Verbundprojekten, die sich mit neuen Möglichkeiten der elektronischen Vernetzung und des sogenannten Ubiquitous Computing in konkreten Anwendungsbereichen befassen ¹⁰⁵
	Connected Living	Entwicklung intelligenter Steuerung neuer Anwendungen, um Energie zu sparen, aber auch für Sicherheit, Gesundheit und Prävention (z.B.

¹⁰² <http://theseus.pt-dlr.de/>

¹⁰³ <http://www.trusted-cloud.de/>

¹⁰⁴ <http://www.bmwi.de/DE/Service/wettbewerbe,did=596106.html>

¹⁰⁵ <http://www.nextgenerationmedia.de/>

		Unterstützung älterer Menschen in ihrer Lebensumgebung) bis zu Komfort und Unterhaltung ¹⁰⁶
	AUTONOMIK	Ansätze für die Entwicklung einer neuen Generation von intelligenten Werkzeugen und Systemen, die eigenständig in der Lage sind, sich via Internet zu vernetzen, Situationen zu erkennen, sich wechselnden Einsatzbedingungen anzupassen und mit Nutzern zu interagieren ¹⁰⁷
	Autonomik 4.0	Zukunftsweisende Ansätze für intelligente Produktionstechnologien und intelligente Produkte ¹⁰⁸
Internet der Energie	E-Energy	Errichtung modellhafter IKT-basierter Energiesysteme zur Optimierung der Stromversorgung ¹⁰⁹
	Schwerpunkt IKT für Elektromobilität II im Themenbereich „Smart Car“	Entwicklung und Erprobung neuer IKT-Architekturen für Elektroautos; im Themenbereich „Smart Grid“ steht die intelligente Einbindung von Elektrofahrzeugen in das Energieversorgungssystem im Vordergrund ¹¹⁰
	IT2Green	Modellprojekte zur Senkung des Energiebedarfs von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Wirtschaft, in der öffentlichen Verwaltung und im Wohnbereich ¹¹¹

Tabelle 4: Themenschwerpunkte und Wettbewerbe des BMWi

Zu den aktuellen Förderschwerpunkten gehören die Programme IT2Green, Trusted Cloud, IKT für Elektromobilität II im Themenbereich „Smart Car“, Autonomik 4.0 und Smart Data.

AUTONOMIK FÜR INDUSTRIE 4.0¹¹²

Mit dem Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ sollen modernste IKT-Technologien mit der industriellen Produktion unter Nutzung von Innovationspotenzialen verzahnt und die Entwicklung innovativer Produkte beschleunigt werden. Ziel ist es, Deutschlands Spitzenstellung als hochwertigen Produktionsstandort und als Anbieter für modernste Produktionstechnologien zu stärken. Das Technologieprogramm des BMWi leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung des Zukunftsprojektes Industrie 4.0 der Bundesregierung.

Im Rahmen begleitender Forschungsmaßnahmen werden im Technologieprogramm Autonomik für Industrie 4.0 wichtige Querschnittsfragen unter Einbeziehung der geförderten Partner und weiterer Experten aus Industrie und Wissenschaft behandelt. Folgende Querschnittsthemen werden untersucht:

- Rechtliche Herausforderungen
- Normung und Standardisierung
- IT-Sicherheit für Industrie 4.0
- Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0

¹⁰⁶ <http://www.connected-living.org/>

¹⁰⁷ <http://www.autonomik.de/>

¹⁰⁸ <http://www.autonomik40.de/#&panel1-1>

¹⁰⁹ <http://www.e-energy.de/>

¹¹⁰ Vgl. <http://www.ikt-em.de>

¹¹¹ Vgl. <http://www.it2green.de/>

¹¹² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Autonomik für Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.autonomik40.de/#&panel1-1> [Stand: 22.10.14].

ZENTRALES INNOVATIONSPROGRAMM MITTELSTAND (ZIM)¹¹³

Mit dem themenoffenen Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) fördert das BMWi marktorientierte technologische Forschungs- und Entwicklungsprojekte der innovativen mittelständischen Wirtschaft in Deutschland. Mit dem Programm sollen die Innovationskraft und die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen nachhaltig unterstützt werden.

Unternehmen und mit ihnen kooperierende Forschungseinrichtungen können im Rahmen des ZIM Zuschüsse für anspruchsvolle Forschungs- und Entwicklungsprojekte erhalten. Die Förderung ist in allen Technologiefeldern möglich. Auch die Themenauswahl steht den Unternehmen frei. Wichtig für die Zusage einer Förderung durch das ZIM sind der Innovationsgehalt sowie gute Marktverwertungschancen der geförderten FuE-Projekte. Die Antragstellung kann jederzeit erfolgen und ist vergleichsweise unkompliziert.

Die Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen tragen zur Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft bei. Mit dem direkten Wissenstransfer werden neue technologische Erkenntnisse in marktreife Produkte, Verfahren und Dienstleistungen umgesetzt.

ZIM bietet verschiedene Optionen für eine passgenaue Förderung:

- ZIM-KOOP – fördert gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte von zwei oder mehreren Unternehmen oder die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen. Zusätzlich können in Kooperationsnetzwerken mit mindestens sechs mittelständischen Unternehmen externe Netzwerk-Managementleistungen gefördert werden.
- ZIM-SOLO – fördert einzelbetriebliche FuE-Projekte von Unternehmen, die diese Vorhaben mit eigenem Personal im Betrieb durchführen.

Die ZIM-Richtlinie ist zum 31.12.2014 ausgelaufen. Das Programm wird jedoch fortgeführt. Ein ressortabgestimmter Entwurf der neuen Richtlinie ist bereits verfügbar. Die neue Richtlinie tritt mit Veröffentlichung im Bundesanzeiger in Kraft. Neue Projektanträge sollen spätestens mit Ablauf des ersten Quartals 2015 gestellt werden können.

EUROPEAN RECOVERY PROGRAM (ERP-INNOVATIONSPROGRAMM)¹¹⁴

Das ERP-Innovationsprogramm richtet sich an kleine und mittelständische Unternehmen und Freiberufler. Der Förderschwerpunkt liegt dabei auf Kooperationen mit Forschungseinrichtungen. Ziel ist es, Innovationen voranzutreiben und neue marktorientierte Ideen schnell in die Tat umzusetzen. Konkret fördert das Programm Innovationsvorhaben von Unternehmen durch langfristige anteilige Darlehen der KfW, die über die jeweilige Hausbank ausgereicht werden.

Das Förderprogramm besteht aus zwei Programmteilen, die unabhängig voneinander beantragt werden können:

- Programmteil I dient der Finanzierung marktnaher Forschungsvorhaben und der Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in Deutschland;

¹¹³ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.zim-bmwi.de/> [Stand: 27.10.14].

¹¹⁴ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Technologieoffene Projektförderung, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Technologie/Innovationsfoerderung-Mittelstand/technologieoffene-projektfoerderung,did=502118.html> [Stand: 23.10.14].

- Programmteil II finanziert die Markteinführungsphase von neuen Produkten, Verfahren und Dienstleistungen in Deutschland.

Im Rahmen der Energiewende werden Vorhaben zur (Weiter-)Entwicklung von Technologien zur Einsparung von Energie, zur effizienteren Energieerzeugung, zur Energiespeicherung und zur effizienteren Energieübertragung besonders gefördert.

FÖRDERPROGRAMM MNPQ-TRANSFER¹¹⁵

Ziel des Programms ist es, Forschungs- und Entwicklungsergebnisse mit hohem wirtschaftlichem Anwendungspotenzial aus den technisch-wissenschaftlichen Bundesanstalten im Geschäftsbereich des BMWi¹¹⁶ in innovative Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen umzusetzen. Durch den Technologietransfer können sich überwiegend KMU einen Vorsprung bei Innovation und Wettbewerb verschaffen. Die Bundesanstalten bringen ihr Fachwissen aus den Bereichen Messen, Normen, Prüfen und Qualitätssicherung (MNPQ) und die Unternehmen Sach-, Dienst- oder Geldleistungen in anspruchsvolle Kooperationsprojekte ein. Die Antragstellung übernimmt die jeweilige Bundesanstalt zum Stichtag 30. September eines jeden Jahres.

INDUSTRIELLE GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG (IGF)¹¹⁷

Die Förderung von Vorhaben der branchenweiten Industriellen Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, die strukturbedingten Nachteile kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) im FuE-Bereich auszugleichen. KMU sind aufgrund ihrer geringen Größe zumeist nicht in der Lage, Forschungsaufträge durch externe Forschungsstellen zu finanzieren oder eigene Forschungsabteilungen zu unterhalten. Im Rahmen der IGF können KMU ihre Fragestellungen durch gemeinsame Forschungsaktivitäten lösen, die vor allem von Hochschulen und gemeinnützigen wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Das ist besonders effizient, weil dabei gleichgelagerter Forschungsbedarf vorwettbewerblich gebündelt wird und Risiken verteilt werden.

Förderfähig sind wissenschaftlich-technische Forschungsvorhaben, die unternehmensübergreifend ausgerichtet sind, neue Erkenntnisse vor allem im Bereich der Erschließung und Nutzung moderner Technologien erwarten lassen und insbesondere der Gruppe der KMU wirtschaftliche Vorteile bringen können. Die Anträge zu den Forschungsvorhaben müssen Vorschläge für den Transfer in die Wirtschaft, Aussagen zur Umsetzbarkeit und zur wirtschaftlichen Bedeutung einschließen. Branchenübergreifende Projekte können einen Bonus erhalten, sofern alle Gutachter zu dem Urteil kommen, dass die Fördervoraussetzungen mit einem interdisziplinären Ansatz in besonderer Weise erfüllt sind. Solche Projekte sollen von mehreren Forschungsvereinigungen getragen und müssen von mindestens zwei Forschungsstellen mit unterschiedlichem Profil bearbeitet werden.

¹¹⁵ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Technologieoffene Projektförderung, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Technologie/Innovationsfoerderung-Mittelstand/technologieoffene-projektfoerderung,did=551876.html> [Stand: 23.10.14].

¹¹⁶ Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

¹¹⁷ Forschungsnetzwerk Mittelstand (2014): Industrielle Gemeinschaftsforschung, Köln. Online verfügbar unter: <http://www.aif.de/?id=72> [Stand: 23.10.14].

INDUSTRIE IM MITTELSTAND

Im Rahmen der Digitalen Agenda und der Hightech-Strategie erweitert die Bundesregierung ihre Technologie- und Forschungsprogramme zum Thema Industrie 4.0. Zusätzlich zu den bestehenden Programmen sind weitere Maßnahmen geplant, mit der speziell der Mittelstand im Bereich Industrie 4.0 stärker gefördert werden soll („Industrie 4.0 auf dem Hallenboden“).^{118, 119} Dazu sollen u.a. Informations- und Demonstrationszentren eingerichtet werden.

7.2.3 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau hat einige Förderprogramme im Angebot, die die Einführung innovativer Verfahren, energiesparender Anwendungen und Maßnahmen, Forschungs- und Entwicklungsleistungen und die Erweiterung von Unternehmen zum Gegenstand machen. Einen expliziten Fokus auf Investitionen im Bereich Industrie 4.0 legt keines der aktuellen Förderprogramme, jedoch lassen sich entsprechende Maßnahmen in verschiedenen Förderangeboten einordnen.

Unter dem Hauptthema Unternehmensfinanzierung können in den Unterthemen „Gründen & Erweitern“, „Erweitern & Festigen“, „Energie & Umwelt“, „Auslandsvorhaben“ und „Innovation“ Kredite, Finanzierungszuschüsse, Beteiligungen oder Beratungszuschüsse beantragt werden. Auf der Website der KfW können unter <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/index-2.html> spezifische Informationen zu den einzelnen Programmen und die notwendigen Unterlagen [Stand 28.05.2015] abgerufen werden.

7.3 Förderprogramme des Landes Hessen

Die Förderpolitik des Landes Hessen adressiert sehr umfangreiche und vielschichtige Themen und Schwerpunkte. So werden neben Bildung, Infrastrukturmaßnahmen, Umwelt- und Naturschutz oder sozialer Integration auch Wirtschaft und Wissenschaft sowie Technologie und Innovationen gefördert. Für das Thema „Industrie 4.0“ sind insbesondere die vier letztgenannten Bereiche von besonderer Bedeutung. Um dieses Zukunftsprojekt voranzubringen und angemessen zu fördern, können bestehende Förderprogramme und -mechanismen des Landes genutzt werden.

Diese Förderprogramme werden von den entsprechenden Landesinstitutionen verwaltet und begleitet, welche somit einen erheblichen Anteil am Gelingen von „Industrie 4.0“ haben. Die Hessen Agentur als Dienstleistungsgesellschaft des Landes ist die Schnittstelle zwischen Gesellschaft, Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung und wichtiger Berater der verschiedenen Akteure zur Umsetzung der hessischen Wirtschaftsförderung.¹²⁰ Das Thema „Industrie 4.0“ wird durch zahlreiche Programme und Angebote gefördert, wobei das Spektrum hier von konkreten Fördermaßnahmen über Strukturanalysen und Beratungsleistungen reicht. Die Wirtschaftsentwicklungsgesellschaft Hessen Trade & Invest (HTAI) trägt das

¹¹⁸ vgl. <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/monatsbericht,did=695174.html> [Stand: 01.06.2015]

¹¹⁹ vgl. https://netzpolitik.org/wp-upload/2015-02-05_Umsetzung-Digitale-Agenda.pdf [Stand: 01.06.2015]

¹²⁰ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Unternehmensprofil, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.hessen-agentur.de/dynasite.cfm?dsmid=16727> [Stand: 15.12.2014]

Thema in die Unternehmen, unterstützt diese mit Vernetzungsaktivitäten, Workshops und Events und klärt über Chancen und Möglichkeiten von „Industrie 4.0“ auf.¹²¹

Die Wirtschafts- und Infrastrukturbank des Landes Hessen (WIBank) wickelt einen Großteil der monetären hessischen Förderaktivitäten ab und bietet für Unternehmen Finanzierungsprogramme an, die allerdings das Thema „Industrie 4.0“ nicht expliziten adressieren.¹²²

7.3.1 Innovationsförderung

Im Rahmen der Innovationsförderung können die angewandten Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten von KMU gefördert werden, wenn sie gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und/oder Wissenschaft technologieorientierte Vorhaben umsetzen möchten. Die Hessen Agentur als Projekträger des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst gewährt dazu anteilige Zuschüsse zu den FuE-Ausgaben, welche einem KMU im Rahmen eines Projekts entstehen. Bezuschusst werden solche Vorhaben, die ein hohes wissenschaftlich-technisches oder unternehmerisches Risiko darstellen, sich durch einen hohen Innovationsgrad auszeichnen und gleichzeitig Aussicht auf erfolgreiche wirtschaftliche Verwertung haben. Hierzu gibt es die Förderlinie 3 des Förderprogramms „Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz“ (LOEWE).

LANDES-OFFENSIVE ZUR ENTWICKLUNG WISSENSCHAFTLICH-ÖKONOMISCHER EXZELLENZ (LOEWE)

Im LOEWE-Programm gibt es drei Förderlinien:

- Förderlinie 1: LOEWE-Zentren
- Förderlinie 2: LOEWE-Schwerpunkte
- Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben

In der Förderlinie LOEWE-Zentren fördert das Land Hessen thematisch fokussierte Forschungsverbünde zwischen Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Bereits bestehende wahrnehmbare wissenschaftliche Kerne der hessischen Forschungslandschaft werden zu örtlichen und regionalen Zentren ausgebaut. Ziel ist unter anderem, diese Zentren oder Teile der Zentren in die Forschungsförderung von Bund und Ländern zu überführen.¹²³

Von Bedeutung ist hier etwa das LOEWE-Zentrum Center for Advanced Security Research Darmstadt (CASED). CASED bündelt die Kompetenzen der TU Darmstadt, der Hochschule Darmstadt und des Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologien (SIT) und ermöglicht somit eine konzentrierte Forschung im Bereich IT-Sicherheitssysteme in Hessen und den Ausbau des Know-hows in diesem Bereich. Seit 2008 konnte sich CASED als feste Größe im Bereich IT-Sicherheit etablieren, bietet Wissenschaftlern die Möglichkeit, ihr Wissen auszubauen und anzuwenden und bietet Studierenden mit dem Masterstudiengang IT-Sicherheit am Fachbereich Informatik der TU Darmstadt und dem Studienschwerpunkt IT-Sicherheit im Informatikmasterstudiengang der Hochschule Darmstadt einen Weg in diesen Forschungs-

¹²¹ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen Trade & Invest – Wirtschaftsförderer für Hessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=18422> [Stand: 15.12.2014]

¹²² Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (2014): Über uns, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <http://www.wibank.de/de/UeberUns> [Stand: 15.12.2014]

¹²³ Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst (2014): Landesprogramm LOEWE, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <https://wissenschaft.hessen.de/LOEWE-Zentren> [Stand: 24.10.14].

und Entwicklungsbereich, der gerade im Kontext von Industrie 4.0 eine große Rolle spielt und dies auch langfristig spielen wird.

In der Förderlinie LOEWE-Schwerpunkte werden ausgewählte Themenschwerpunkte der hessischen Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstitute gebündelt. Nach Ablauf der Förderdauer sollen die Projekte in ein größeres, extern finanziertes Verbundprojekt (DFG-Sonderforschungsbereich, BMBF-/EU-Verbundvorhaben etc.), in einen von der Hochschule dauerhaft finanzierten Schwerpunkt oder sogar in die gemeinsame Forschungsförderung von Bund und Ländern überführt werden.¹²⁴

In den KMU-Verbundvorhaben werden Modell- und Pilotprojekte zur Stärkung der Zusammenarbeit zwischen hessischen KMU und Hochschulen sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen gefördert. Die Förderlinie zielt begleitend zur Unterstützung der Grundlagenforschung durch die LOEWE-Zentren und LOEWE-Schwerpunkte auf die angewandte Forschung und Entwicklung. Auch wenn in der Förderrichtlinie kein direkter Bezug auf Industrie 4.0 oder verwandte Bereiche genommen wird, steht mit LOEWE ein schlagkräftiges Instrument zur Förderung der weiteren Forschung auf diesem Gebiet bereit. Zukunftstechnologien im wissenschaftlichen Kontext weiterzuentwickeln und konkrete Schwerpunktthemen für die Zukunft zu etablieren, wird für die hessische Forschungslandschaft einen entscheidenden Vorteil bringen. Die Möglichkeit zur Einbeziehung der praktischen Ebene durch die Förderlinie 3 bietet darüber hinaus wichtige Ansatzpunkte, um die Forschungsergebnisse in realisierbare Prozesse und Produkte zu überführen. Die ausschließliche Ansprache von KMU, die nicht aus eigener Kraft Forschung betreiben können, schafft hierbei gute Voraussetzungen für eine positive ökonomische Entwicklung, auch im Modernisierungsprozess. Die Rahmenbedingungen der Förderung gestalten sich dabei wie folgt:

- „Die Landesmittel werden gezielt außerhalb der laufenden Hochschulfinanzierung und der laufenden institutionellen Förderung von Forschungseinrichtungen für Forschung und Entwicklung eingesetzt.
- Den Hochschulen wird es in diesem Rahmen ermöglicht, zusätzliche Forschungsprofessuren zu schaffen.
- Eine finanzielle Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) kann ausschließlich im Rahmen der Förderlinie 3 (KMU-Verbundvorhaben) beantragt werden, wobei eine inhaltliche Verzahnung mit den anderen beiden Förderlinien ausdrücklich erwünscht ist.“¹²⁵

Explizit nicht gefördert werden dauerhafte Maßnahmen und bereits abgeschlossene Vorhaben. Laufende Projekte können dagegen einen Antrag auf Finanzierung stellen. Projekte, die bereits im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes abgelehnt wurden, erhalten in der Regel keine Förderung über LOEWE.

7.3.2 Förderprogramme der Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen

Die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank) stellt verschiedene Programme zur Förderung neuer oder bestehender Unternehmen zur Verfügung. Einige davon lassen sich auch für Industrie 4.0-Vorhaben nutzen.

¹²⁴ ebenda

¹²⁵ Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst (2014): Förderrichtlinie zum hessischen Forschungsförderungsprogramm, Wiesbaden. Online verfügbar unter: https://wissenschaft.hessen.de/sites/default/files/media/hmwk/foerderrichtlinie_loewe_dezember2014.pdf [Stand 25.02.2015]

GRÜNDUNGS- UND WACHSTUMSFINANZIERUNG HESSEN (GUW)

Für kleine und mittlere Unternehmen stellt die WIBank zinsgünstige Kredite für Existenzgründer zur Finanzierung von Investitionen und Betriebsmitteln bereit. Der Antrag kann bis zu fünf Jahre nach der eigentlichen Gründung gestellt werden. Maximal 1 Million Euro können für eine Laufzeit von 5 bis 10 Jahren zu einem festen Zinssatz beantragt werden. Freiberufler und KMU können über das Programm GUW Hessen – Wachstum ebenfalls Kredite mit einer Laufzeit von 5 bis 10 Jahren beantragen, die sie für Investitionen nutzen können. Kredite für Betriebsmittel können bereits nach 2 Jahren getilgt werden. „In beiden Darlehensangeboten gelten keine Mindestdarlehensbeträge; daher können auch kleine Finanzierungsbedarfe über GuW Hessen gedeckt werden.“¹²⁶

FÖRDERUNG VON PROJEKTEN IM HOUSE OF LOGISTICS AND MOBILITY (HOLM)

Zielgruppe dieses Förderprogramms sind Hochschulen, außeruniversitäre gemeinnützige oder zumindest teilweise öffentliche Forschungseinrichtungen, sonstige Lehrinrichtungen des Dienstleistungssektors und Unternehmen. Projekte, die über das HOLM durchgeführt werden, können Zuschüsse für Forschung und Entwicklung im Bereich Logistik und Mobilität beantragen. Gefördert werden Vorhaben aus den Bereichen Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung. Voraussetzung ist ein klarer innovativer Ansatz.¹²⁷

FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND INNOVATION SOWIE WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER¹²⁸

Um die Einführung innovativer Produkte, Produktionsanlagen und Verfahren zu beschleunigen, werden durch die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank) Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie technologieorientierte Demonstrationsvorhaben und Dienstleistungen durch Zuwendungen gefördert. Die Förderung soll zur Stärkung der Innovationskraft insbesondere kleiner und mittlerer Unternehmen und zur Schaffung von Arbeitsplätzen beitragen.

Gefördert werden:

- Forschungs-, Entwicklungs-, Innovationsvorhaben,
- Vorhaben des Wissens- und Technologietransferbereichs,
- Vorhaben zur Verbreitung und Anwendung von Ergebnissen aus Forschung und Entwicklung,
- Demonstrationsvorhaben einschließlich Machbarkeitsstudien im Rahmen von Verbundforschungsaktivitäten oder Wissens- und Technologietransferaktivitäten, wenn sie in Hessen durchgeführt werden, insbesondere aus den Bereichen
 - Informations- und Kommunikationstechnik, Multimedia,
 - Mikrosystemtechnik, Optische Technologien,
 - Umwelttechnik und ökologische Wirtschaft,
 - Biotechnologie und Medizintechnik,
 - Nanotechnologie, Neue Werkstoffe,
 - Produktions- und Verfahrenstechnologien

¹²⁶ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Gruendungs-Wachstumsfinanzierung-Hessen.html> [Stand: 04.05.2015]

¹²⁷ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Holm.html> [Stand: 04.05.2015]

¹²⁸ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Wissens-und-Technologietransfer.html> [Stand: 04.05.2015]

- sowie aus Bereichen, die den Zielen des jeweils gültigen Forschungsrahmenprogramms der EU entsprechen.

Die Vorhaben sollen durch Erprobung oder Schaffung neuer oder neuartiger Produkte, Dienstleistungen, Produktionsanlagen und -verfahren den Stand der Technik in der Bundesrepublik Deutschland erhöhen. Sie sollen technisch erfolgversprechend sein und mittelfristig Aussicht auf Verwertung bieten. Für die Förderung der Vorhaben gibt es unterschiedliche Fördersätze von 25 bis zu 100 Prozent der zuwendungsfähigen Projektkosten.

Bei allen Vorhaben ist die gleichzeitige Förderung aus anderen Förderprogrammen der Europäischen Gemeinschaft, des Bundes, der Länder oder kommunaler Gebietskörperschaften bis zur genannten Höhe zulässig.¹²⁹

HESSEN-MIKRODARLEHEN¹³⁰

Unternehmer (natürliche Personen oder Freiberufler), die ein Unternehmen in Hessen gründen oder übernehmen wollen, oder innerhalb der ersten drei Jahre nach Aufnahme der Geschäftstätigkeit ihr Unternehmen festigen wollen, haben die Möglichkeit, Darlehen von mindestens 3.000 und maximal 15.000 € zu festen Konditionen zu beantragen. Dabei gelten zurzeit die folgenden weiteren Eckpunkte:

- Die Auszahlung erfolgt zu 100 %.
- Die Laufzeit beträgt 5 Jahre.
- Die ersten 6 Monate sind tilgungsfrei.
- Der Zinssatz ist fest über die gesamte Laufzeit.
- Es sind keine banküblichen Sicherheiten erforderlich.
- Die Antragstellung erfolgt ausschließlich über die Kooperationspartner der WIBank.

Kooperationspartner sind z.B. die Industrie- und Handelskammern sowie die Handwerkskammern. Darüber hinaus gibt es zehn weitere regionale Partner, die bei der Antragsstellung beraten.

KAPITAL FÜR KLEINUNTERNEHMEN¹³¹

Für kleine und mittlere Unternehmen und Freiberufler, die sich nicht mehr in der Existenzgründungsphase befinden, stehen über das Programm Kapital für Kleinunternehmen Finanzierungsmittel „zur Verbesserung der Finanzierungsstruktur sowie der Liquiditätssituation“ zur Verfügung, die eine Aufnahme von Fremdkapital erleichtern sollen. Darlehen werden mindestens über 25.000 Euro und maximal 75.000 Euro vergeben, laufen über 7 Jahre, Sondertilgungen sind nicht möglich. Zwar sind (wie bei den meisten Darlehen der WIBank) keine weiteren Sicherheiten notwendig, jedoch muss das Darlehen zur Hälfte durch die Hausbank kofinanziert werden, bei der auch der Antrag gestellt wird.

¹²⁹ Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (2014): Forschung, Entwicklung und Innovation sowie Wissens- und Technologietransfer, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Wissens-und-Technologietransfer.html> [Stand: 24.10.14].

¹³⁰ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Hessen-Mikrodarlehen.html> und <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Hessen-Mikrodarlehen-Programmseite.html> [Stand: 04.05.2015]

¹³¹ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Kapital-Kleinunternehmen.html> [Stand: 04.05.2015]

KOOPERATIONSNETZWERKE UND CLUSTERMANAGEMENT¹³²

Der Aufbau von Clustern ist in Hessen ein wichtiges Thema (vgl. Kapitel 6.3.3). Mit dem Förderprogramm Kooperationsnetzwerke und Clustermanagement wird der Aufbau solcher Netzwerke und Cluster unterstützt. Voraussetzung ist, dass sich mindestens drei regionale Partner zusammenschließen, von denen mindestens ein Partner aus der gewerblichen Wirtschaft kommen muss. Zuschüsse gibt es für den Aufbau sogenannter überbetrieblicher Strukturen und das Netzwerkmanagement, z.B.

- „gemeinsame Initiativen zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Einrichtungen und regionalen Akteuren
- Informationsnetzwerke zwischen Unternehmen
- Technologietransfer zwischen Unternehmen und wirtschaftsnahen Einrichtungen
- Einbindung externen Wissens in den Innovationsprozess der Unternehmen
- Erleichterung des Zugangs zum Know-how anderer Unternehmen
- Maßnahmen, welche die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, vor allem von kleinen und mittleren Unternehmen, verbessern.“

Zuschussfähig sind dabei sowohl Personal- als auch Sachkosten, aber keine betrieblichen Aufwendungen der beteiligten Unternehmen. Zuschüsse werden für die Vorbereitungsphase (bis zu 25.000 Euro), für die 36monatige Aufbauphase und die 36monatige Verstetigungsphase (jeweils bis zu 350.000 Euro) gewährt.

TECHNOLOGIEORIENTIERTE GRÜNDERZENTREN UND INKUBATOREN¹³³

Mit zinslosen Darlehen oder Zuschüssen „werden Studierende, Absolventen und Wissenschaftliche Mitarbeiter einer Hochschule, die ein Gründungsprojekt in der sogenannten Pre-Seed/Seed-Phase verfolgen“ unterstützt. Räumlichkeiten und Ausstattung (Labore, Produktionshallen, Büros) werden den Inkubatoren ebenso bereitgestellt (in der Regel für fünf bis acht Jahre) wie Beratungsangebote der Hochschulen. Ziel ist es, technologieorientierte Geschäftsideen soweit zu begleiten und zu unterstützen, dass eine Unternehmensgründung folgen kann. Allerdings kann die Förderung nicht im Einzelfall erfolgen – Gründungsunterstützung für Inkubatoren und Gründerzentren ist nur bei ausreichendem Potenzial (= Zahl der Ideen und Gründungswilligen) und ohne lokale/regionale Konkurrenz möglich. Und: Gefördert wird der Inkubator oder das Zentrum, nicht das Einzelvorhaben/-unternehmen.

7.3.3 Beteiligungen¹³⁴

Über verschiedene Beteiligungsfonds können hessische KMU stille und offene Beteiligungen für ihre Vorhaben generieren. Die Verwaltung dieser Fonds erfolgt über die Beteiligungsmanagementgesellschaft Hessen mbH (BM H).

Die Angebote der BM H sind einerseits thematisch gegliedert und andererseits auf verschiedene Unternehmensformen und -phasen zugeschnitten. Aktuell stehen drei verschiedene Fonds zur Verfügung:

- Hessen Kapital I und Hessen Kapital II (stille Beteiligungen/Mezzanine von mindestens 200.000 Euro und bis zu 1,5 Millionen Euro mit i.d.R. 10 Jahren Laufzeit)¹³⁵

¹³² <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Kooperationsnetzwerke-Clustermanagement.html> [Stand: 04.05.2015]

¹³³ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Technologieorientierte-Gruenderzentren.html> [Stand: 04.05.2015]

¹³⁴ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Beteiligungen.html> [Stand: 04.05.2015]

¹³⁵ <http://www.hessen-kapital.de/home.htm> [Stand: 04.05.2015]

- Technologiefinanzierungsfonds Hessen (TF H)
- Mittelhessenfonds

Mit der MBG H Mittelständische Beteiligungsgesellschaft Hessen mbH stehen hessischen KMU weitere Möglichkeiten für Beteiligungen zur Verfügung. Die MBG H bietet dafür aktuell vier Beteiligungsprogramme zu verschiedenen Themenbereichen:

- Wachstums- und Innovationsprogramm
- Kombiprogramm
- Handwerksprogramm
- Mikromezzaninenprogramm

7.3.4 Bürgschaften

Die BB H Bürgschaftsbank Hessen bietet Unternehmen die Möglichkeit, über Bürgschaften ihre Sicherheiten und Kreditwürdigkeit zu erhöhen und so Finanzmittel für Gründungs- oder Erweiterungsvorhaben zu akquirieren. „Als Förderinstitut übernimmt die Bürgschaftsbank Hessen gegenüber Kreditinstituten Bürgschaften als Kreditabsicherung für Existenzgründer, Selbstständige und Unternehmen in Hessen, wenn deren zu finanzierende Vorhaben sinnvoll und Erfolg versprechend sind. Die Bürgschaftsbank Hessen übernimmt Bürgschaften für Investitionsfinanzierungen bis zu 80% und für Betriebsmittelfinanzierungen bis zu 60% der Kreditsumme. Der höchstmögliche Betrag einer Bürgschaft beträgt dabei 1,25 Millionen Euro.“¹³⁶

Die BB H stellt verschiedene Bürgschaftsprogramme zur Verfügung, um die unterschiedlichen Finanzierungsbedürfnisse bedienen zu können. Grundsätzlich gibt es zwei Formen der Bürgschaft: die klassische Bürgschaft über eine Bank und die Bürgschaft ohne Bank. Während im klassischen Fall das Unternehmen bereits Kontakt zum (möglicherweise) finanzierenden Unternehmen aufgenommen und mit ihm gemeinsam einen Bürgschaftsantrag bei der BB H stellt, kann im zweiten Fall zuerst der Antrag auf Bürgschaft gestellt werden, um Banken, die für die Kreditvergabe in Frage kommen leichter von der Kreditwürdigkeit und den Potenzialen des Vorhabens überzeugen zu können. Dies gilt sowohl für Existenzgründer als auch für bestehende Unternehmen.

Ab einer Bürgschaftssumme von 1,25 Millionen Euro steht die WIBank Unternehmen, Banken und Sparkassen als Ansprechpartnerin für die Antragstellung von Bürgschaften zur Seite. Die Vergabe von Bürgschaften des Landes erfolgt ebenfalls über die Hausbanken der Unternehmen. Für Erneuerbare Energien und die Ansiedlung von Ärzten im ländlichen Raum stehen zwei Sonderprogramme zur Verfügung. Für Maßnahmen im Bereich Industrie 4.0 gibt es derzeit kein Sonderprogramm.

7.4 Förder- und Unterstützungsbedarf bei Unternehmen

Unternehmen stehen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 vor diversen Herausforderungen. So gibt es bisher keine Standards, auf die sich Unternehmen festlegen können. Die Ausrüster müssen zudem eine höhere durchgängige Interoperabilität ihrer Produkte/Lösungen sicherstellen.

Auch bei der Infrastrukturausstattung besteht Bedarf an Unterstützung. Durch die zunehmende Komplexität der IT benötigen die Unternehmen schnellere Netze. Anwendungen von Industrie 4.0 erfordern höchst-

¹³⁶ <http://www.bb-h.de/angebote/buergschaften/> [Stand: 04.05.2015]

te Datenverbindungsqualität unter Echtzeitbedingungen. Die momentan verfügbaren Netze können oft weder eine ausreichende Qualität noch Bandbreite bereitstellen. Auch die Sicherheit der Daten ist ein entscheidender Faktor bei der Umsetzung. Die Arbeitsorganisation erfordert Verständnis und Sensibilisierung aller Bereiche und Beteiligten. Industrie 4.0 bedeutet für Unternehmen auch den Einsatz von Benutzerschnittstellen zur Informationsbereitstellung an Mitarbeiter.

Durch besseres Energie-Auslastungsmanagement werden signifikante Einsparungsmöglichkeiten im Energieverbrauch für die Unternehmen erschließbar. Ebenso können bedeutende Materialeinsparungen durch flexible Konfigurationsmöglichkeiten erreicht werden.

Die Umrüstzeiten können durch eine verstärkte Modularisierung und Interoperabilität reduziert werden. Die Reduktion/Vermeidung von Downtime durch den Verschleiß oder Materialverbrauch wird infolge Predictive Maintenance erlaubt.

8 Industrie 4.0 in den Unternehmen

8.1 Branchen in Hessen und ihre Bedeutung für „Industrie 4.0“

Laut einer in 2014 gemeinsam von BITKOM und Fraunhofer IAO veröffentlichten Studie¹³⁷, gibt es für die deutsche Wirtschaft sechs Branchen, die das größte Entwicklungspotenzial für und durch Industrie 4.0 haben. Dies sind die vier Branchen mit dem größten Anteil an der gesamtdeutschen Bruttowertschöpfung (Maschinenbau, Chemische Erzeugnisse, Kraftwagen- und Kraftwagenteile sowie Elektrische Ausrüstungen), die Land- und Forstwirtschaft, die ein enormes Potenzial für den Einsatz Industrie 4.0 relevanter Anwendungen und Technologien aufweist sowie die Informations- und Kommunikationstechnologie, die als Querschnittsbereich den maßgeblichen Beitrag für die Bereitstellung der notwendigen Technologien und Infrastrukturen leistet.

Ausgehend von dieser Auswahl wurden für Hessen ebenfalls Branchen ausgewählt, die als besonders relevant für die Umsetzung von Industrie 4.0-Prozessen erachtet werden. Dabei wurde in erster Linie die Bedeutung dieser Branchen für den Standort Hessen berücksichtigt, die in einigen Bereichen durchaus von der gesamtwirtschaftlichen Bedeutung im Bundeskontext abweichen kann. Es sind daher nicht nur Branchen ausgewählt worden, die dem rein auf Produktion von Gütern ausgerichteten Gewerbe zuzuordnen sind, sondern auch vor- und nachgelagerte Bereiche sowie Dienstleistungsbranchen, die entlang der Wertschöpfungsketten ebenfalls zumindest in Teilbereichen von den Veränderungen durch Industrie berührt sind. Dies sind:

- Automobil- & Zulieferindustrie
- Biotechnologie
- Chemische & pharmazeutische Industrie
- Elektroindustrie
- Finanzdienstleistung
- Informations- und Kommunikationstechnologie
- Kultur- und Kreativwirtschaft
- Land- und Forstwirtschaft
- Logistik und Mobilität
- Luft- und Raumfahrt
- Maschinen- und Anlagenbau
- Medizintechnik
- Umwelttechnologien

AUTOMOBIL- & ZULIEFERINDUSTRIE

Die Automobilindustrie zählt mit einem Umsatz von 15,7 Mrd. Euro und fast 50.000 Beschäftigten zu den Schlüsselindustrien in Hessen.¹³⁸ Mit der Adam Opel AG in Rüsselsheim und der Volkswagen AG in Baunatal bei Kassel gibt es zwei starke Standorte in Hessen, die diese Branche regional prägen. Durch ihre

¹³⁷ BITKOM, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (2014): Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin, S. 30

¹³⁸ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Automobilindustrie in Hessen, Wiesbaden, S. 1.

enorme Anziehungskraft auf weitere Unternehmen haben sich in der Region zahlreiche Zulieferer wie Continental, Veritas oder Bosch angesiedelt.

STÄRKEN:	Die Automobil- und Zulieferindustrie ist die zweitstärkste Wirtschaftskraft in Hessen. Auch ausländische Unternehmen haben hier ihre Deutschlandzentralen. Die Exportquote der hessischen Automobilindustrie beträgt nahezu 60 Prozent, dies entspricht einem Volumen von 9,5 Mrd. Euro. Die Direktinvestitionen ausländischer Investoren in Hessen betragen rund 2,5 Mrd. Euro. ¹³⁹
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Zwar handelt es sich um technologisch hochwertige Industrieprodukte, die BRIC-Länder (Brasilien, Russland, Indien, China) holen jedoch stark auf und können die Vorteile einer sich gerade entwickelnden Industrie nutzen. ¹⁴⁰ Diese Länder haben sich zu bedeutenden Wettbewerbern für die Produktionsstätten in Deutschland entwickelt. Im Vergleich zu den süddeutschen Bundesländern, gibt es in Hessen Rückstände bei der Anzahl hoch qualifizierter Fachkräfte der Branche (Ingenieurmangel).
CHANCEN:	Eine Differenzierung an den Weltmärkten ist in Zukunft nur durch eine stärkere Betonung integrierter Dienstleistungen möglich. Erhebliche Potenziale werden auch durch eine zunehmende Marktdurchdringung neuer Antriebstechnologien eröffnet. Es können Industrie 4.0-Technologien in Fahrzeuge eingebaut werden, um sowohl die Verkehrssicherheit zu erhöhen als auch Wartungen zu vereinfachen.

BIOTECHNOLOGIE

In Hessen sind 225 Biotechnologie-Unternehmen ansässig¹⁴¹, in denen fast 20.000 Beschäftigte arbeiten und einen Umsatz von 5,2 Mrd. Euro erwirtschaften. Etwa 40 Prozent dieser Unternehmen sind Klein- und Kleinstbetriebe mit weniger als je zehn Mitarbeitern. Nur 14 Prozent der hessischen Biotechnologie-Unternehmen beschäftigen mehr als 500 Mitarbeiter und leisten damit den größten Beitrag zur Beschäftigung.¹⁴² Dominiert wird die hessische Biotechnologie-Industrie von der sogenannten medizinischen Biotechnologie. Die industrielle Biotechnologie hat jedoch an Bedeutung gewonnen.

STÄRKEN:	Biotechnologische Produkte werden in Hessen nicht nur entdeckt und erforscht, sondern auch entwickelt und produziert. Durch das Potenzial und die räumliche Nähe von Branchengrößen und auch von innovationsstarken mittelständischen Unternehmen wird Hessen ein zentraler Standort für vernetzte Unternehmensstrukturen.
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Innovationshemmnisse der Biotechnologie stellen die geringe Investitionsbereitschaft, die fehlende Anwendungsorientierung der Forschung sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen dar. Die Weiterentwicklung und Umsetzung guter Ideen in wettbewerbsfähige Produkte, Prozesse und Dienstleistungen werden dadurch behindert. ¹⁴³

¹³⁹ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Automobilindustrie in Hessen, Wiesbaden, S. 11.

¹⁴⁰ Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH (2011): Innovationen im industriellen Mittelstand, Ergebnisse einer Studie der Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH für das Land Hessen, Köln, S. 49.

¹⁴¹ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Biotechnologie und Nanotechnologie, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsid=18042> [Stand 26.01.2015]

¹⁴² Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – auf die Struktur komm es an, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/biotechnologie> [Stand 20.01.2015].

¹⁴³ Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2007): Potenzialanalyse der industriellen, weißen Biotechnologie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse, Karlsruhe, S. 21.

CHANCEN: Durch den Einsatz von biotechnischen Verfahren können Umweltbelastung und Kosten reduziert und Arbeitsplätze geschaffen werden. Die hessischen Unternehmen und Existenzgründer aus dem Bereich Biotechnologie werden durch das HMWEVL unterstützt. Gefördert wird die Branche durch eine Bündelung und Koordinierung der Biotech-Aktivitäten sowie durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit.¹⁴⁴ Zu erwähnen ist hier auch die Technologielinie Hessen-Biotech (siehe Kapitel 5.4.2) als zentrale Plattform für die Chemie- und Pharmabranche sowie den Bereich Medizintechnik. Die gut ausdifferenzierte Forschungsinfrastruktur, die hohe technologische Wissensbasis sowie auch die gut ausgebildeten Arbeitskräfte bieten im internationalen Wettbewerb viele Chancen.¹⁴⁵

CHEMISCHE & PHARMAZEUTISCHE INDUSTRIE

Die chemische Industrie ist mit rund 60.000 Beschäftigten und 25,5 Mrd. Euro Umsatz der beschäftigungs-, umsatz- und exportstärkste Wirtschaftszweig Hessens.¹⁴⁶ Hier sind Weltunternehmen, aber auch zahlreiche Mittelständler ansässig. Eine Exportquote von 69 Prozent belegt ebenfalls die Internationalität Hessens.¹⁴⁷ Im Industriestandort Höchst, dem größten Chemiestandort, sind etwa 22.000 Menschen beschäftigt.¹⁴⁸ Auch Darmstadt mit fast 12.000 Beschäftigten spielt eine wichtige Rolle. Mehr als 40 Prozent des Gesamtumsatzes der Branche entfallen auf pharmazeutische Produkte.¹⁴⁹

STÄRKEN: Eine wesentliche Rolle kommt der Forschung und Entwicklung zu, denn Produkt- und Prozessinnovationen sind von entscheidender Bedeutung, um sich im nationalen und internationalen Wettbewerb behaupten zu können. Die chemische Industrie ist die Industriebranche mit den höchsten Aufwendungen für Forschung und Entwicklung. Das jährliche Budget von über 1,5 Mrd. Euro entspricht mehr als einem Drittel der FuE-Aufwendungen des hessischen verarbeitenden Gewerbes.¹⁵⁰

SCHWÄCHEN/GEFAHREN: Seit einigen Jahren drängen sich verstärkt neue Wettbewerber in den Markt, insbesondere aus Asien, aber auch aus dem Nahen Osten.¹⁵¹ China ist binnen weniger Jahre zum größten Chemieproduzenten der Welt aufgestiegen. Aber auch Indien ist speziell im Pharmabereich tätig.

¹⁴⁴ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Chemische und Pharmazeutische Industrie in Hessen, Wiesbaden, S. 9.

¹⁴⁵ Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2007): Potenzialanalyse der industriellen, weißen Biotechnologie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse, Karlsruhe, S. 8.

¹⁴⁶ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – die Chemie stimmt, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/chemie-pharma> [Stand 20.01.2015].

¹⁴⁷ Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.) (2013): Statistisches Jahrbuch Hessen 2013/14, Band 1 Wirtschaft, Erwerbstätigkeit und Umwelt, Wiesbaden, S. 125.

¹⁴⁸ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – die Chemie stimmt, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/chemie-pharma> [Stand 20.01.2015].

¹⁴⁹ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – die Chemie stimmt. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/chemie-pharma> [Stand 20.01.2015].

¹⁵⁰ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Chemische Industrie, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsid=18043> [Stand 26.01.2015]

¹⁵¹ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Chemische und Pharmazeutische Industrie in Hessen, Wiesbaden, S. 20.

CHANCEN: Der Einsatz von Industrie 4.0 bietet (abhängig von der Anlagengröße) eine größere Flexibilität für die Auslastung und vor allem für die Steuerung von Produktionsanlagen. Die Unternehmen können besser auf Kundenwünsche eingehen, einschließlich kurzfristiger Änderungswünsche. Es ist auch eine Produktion von Kleinstmengen möglich. Vernetzte Produktionsprozesse, Tracking etc. sind für die Herstellung chemischer und pharmazeutischer Produkte ein wesentlicher Bereich, in dem moderne Prozesse und Systeme entscheidende Vorteile bieten.

ELEKTROINDUSTRIE

Die Elektroindustrie ist der zweitgrößte Arbeitgeber des Landes. Hier sind über 50.000 Personen tätig, was einem Anteil von 12,6 Prozent aller Beschäftigten des hessischen verarbeitenden Gewerbes entspricht.¹⁵² Die Elektroindustrie umfasste im Jahr 2012 mehr als 300 Betriebe.¹⁵³

STÄRKEN: In der Elektroindustrie beliefen sich die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung im Jahr 2011 auf etwa 460 Millionen Euro, damit ist dies die Branche mit den dritthöchsten Forschungsinvestitionen in Hessen.¹⁵⁴ Der Bereich Produkt- und Prozessinvestitionen steht im Mittelpunkt der Tätigkeit, damit die Elektroindustrie im internationalen Wettbewerb ihre Spitzenposition halten kann.

**SCHWÄCHEN/
GEFAHREN:** Am Weltelektromarkt konkurrieren immer mehr Staaten. Neben China und weiteren asiatischen Staaten wie Südkorea oder Taiwan sind dies die neuen EU-Mitglieder.¹⁵⁵

CHANCEN: Bei der Elektroindustrie ist eine höhere Transparenz durch Industrie 4.0 vom Lieferanten bis in die eigene Produktion möglich. Auch die Vernetzung in der Logistik ist ein Potenzial in dieser Branche. Aufgrund des steigenden Ausstattungsniveaus der Produkte nimmt die Nachfrage nach elektrischen und elektronischen Komponenten zu. Daher bieten sich der Elektroindustrie enorme Potenziale. Durch die Energiewende kommt es zu einer verstärkten Nachfrage nach Anlagen für regenerative Energien. Um eine höhere Energieeffizienz zu erreichen, bedarf es innovativer Lösungen der Elektroindustrie besonders für die Energieerzeugung, Energieverteilung und Energienutzung. Aber auch die zunehmende Vernetzung verlangt immer leistungsfähigere Lösungen der Informations- und Kommunikationstechnologie, wovon auch die Elektroindustrie profitieren kann.¹⁵⁶

¹⁵² Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – spannende Tradition, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/elektrotechnik> [Stand: 20.01.2015]

¹⁵³ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Elektroindustrie in Hessen, Wiesbaden, S. 1.

¹⁵⁴ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – spannende Tradition. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/elektrotechnik> [Stand: 20.01.2015]

¹⁵⁵ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Elektroindustrie in Hessen, Wiesbaden, S. 18.

¹⁵⁶ ebenda

FINANZDIENSTLEISTUNG

Die Stadt Frankfurt am Main ist einer der wichtigsten Finanzplätze der Eurozone. Hier sind rund 200 Banken aus 40 Ländern vertreten, die weitere Akteure des Finanzsektors wie Versicherungen, Investmentgesellschaften, Wirtschaftsprüfer oder auch Anwaltskanzleien angezogen haben. Rund 80.000 Menschen sind in Hessen im Finanzgewerbe tätig.¹⁵⁷

STÄRKEN:	In Frankfurt am Main ist der Sitz der Deutschen Börse. Diese ist die drittgrößte Börse der Welt und die größte der deutschen Börsen mit einem Anteil am Gesamtumsatz von etwa 90 Prozent. Hier haben die Europäische Zentralbank, die EU-Aufsichtsbehörde für das Versicherungsgeschäft EIOPA sowie die Frankfurt International Arbitration Center FIAC ihren Sitz. Wichtig sind auch EUREX als Europas größte Terminbörse sowie die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Im Zuge der Verschärfung der Regulation für Kreditinstitute ist mit einem deutlichen Anstieg der Verwaltungsaufwendungen zu rechnen. Vor allem durch zusätzliche IT-Kosten werden viele Finanzdienstleister mit Personalkürzungen reagieren. ¹⁵⁸ Neue Akteure aus dem IT-Bereich könnten als Konkurrenten auftreten.
CHANCEN:	Eine Chance besteht im schnellen Handel auch auf internationaler Ebene sowie in der Analysetätigkeit der Banken in Bezug auf globale und neue Märkte sowie Zukunftstechnologien. Gute Netzwerke und die Einbindung der Banken in die Industrie 4.0-Prozesse können hier deutliche Standortvorteile bringen.

INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE

Laut dem Bundesverband Deutscher Rechenzentren sind in Deutschland 741 Rechenzentren registriert. Davon befinden sich allein 100 in Hessen.¹⁵⁹ Das entspricht einem Anteil von 13,4 Prozent.

STÄRKEN:	Die hessische Informations- und Kommunikationstechnologiebranche verfügt mit rund 10.000 Unternehmen, 105.000 Beschäftigten und einem Umsatz von rund 23 Mrd. Euro über eine Spitzenposition in Deutschland und Europa. ¹⁶⁰ Der schnell wachsende Internetknoten DE-CIX (Deutscher Commercial Internet Exchange) hat sich zum größten Datenaustauschpunkt der Welt entwickelt. In Darmstadt wird das bundesländerübergreifende „Software-Cluster“ koordiniert und hier konzentrieren sich Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen. Studiengänge im Informations- und Kommunikationsbereich werden von mehr als der Hälfte aller hessischen Universitäten und Hochschulen angeboten. Zahlreiche deutsche und internationale IKT-Investoren entscheiden sich zunehmend für den Standort Hessen.
-----------------	--

¹⁵⁷ Hessen Trade & Invest (2014): Hessens Goldreserven, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/finanzdienstleistung> [Stand 21.01.2015].

¹⁵⁸ Hessisches Statistisches Landesamt, IHK Arbeitsgemeinschaft Hessen, Arbeitsgemeinschaft der Hessischen Handwerkskammern, Bundesagentur für Arbeit Regionaldirektion Hessen, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Hrsg.) (2013): Konjunkturprognose Hessen 2014, Wiesbaden, S.35.

¹⁵⁹ Bundesverband Deutscher Rechenzentren (2012): Statistik über die Verteilung von Rechenzentren in Deutschland. Online verfügbar unter: <http://www.pressebox.de/pressemitteilung/german-cloud-initiative-bundesverband-deutscher-rechenzentren/Statistik-ueber-die-Verteilung-von-Rechenzentren-in-Deutschland/boxid/530630> [Stand 21.01.2015]

¹⁶⁰ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – auf Erfolg programmiert. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/informationstechnologie-ikt> [Stand 21.01.2015]

SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Der Fachkräftemangel vor allem in den Bereichen Mathematik, Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften und Technik stellt ein Wachstumshemmnis für die Branche dar. In Anbetracht der schnellen Entwicklungen und den damit einhergehenden neuen Wettbewerbern und neuen Märkten ist fraglich, ob die Anpassungsgeschwindigkeit der Akteure den Erfordernissen der Digitalisierung entspricht. ¹⁶¹
CHANCEN:	Seit vielen Jahren wird die erstklassige Position des IKT- und Breitband-Standortes Hessen mit der Aktionslinie Hessen-IT von der hessischen Landesregierung zusätzlich gestärkt. Auch das Projekt „Mehr Breitband für Hessen“ trägt seit einigen Jahren zum Auf- und Ausbau von hochleistungsfähigen Breitbandverbindungen bei. Durch neue Geschäftsmodelle, neue Produkte und Dienstleistungen wird die IKT-Branche zunehmend flexibler, was wiederum eine genauere Erfüllung der Bedürfnisse der Kunden zur Folge hat. Von der IKT-Branche hängt zu einem nicht unwesentlichen Teil der erfolgreiche Einsatz von Industrie 4.0 in den Unternehmen ab. Dabei werden IKT-Unternehmen immer mehr von reinen Technikern zu Beratern in der Umsetzung.

KULTUR- UND KREATIVWIRTSCHAFT

Die Kultur- und Kreativwirtschaft gilt als Innovationsmotor und bedeutender Wachstumsmarkt für andere Wirtschaftsbranchen. Im Jahr 2012 erwirtschafteten die etwa 21.000 hessischen Unternehmen der Branche ungefähr 12,2 Mrd. Euro.¹⁶²

STÄRKEN:	Ein Umfeld international tätiger Unternehmen, exzellente Ausbildungsinstitutionen und branchenübergreifende Netzwerke machen Hessen zum ausgezeichneten Standort der Kultur- und Kreativwirtschaft. Aufgrund umsatzstarker Kunden aus der produzierenden Industrie sind Synergien entstanden und es werden Kooperationen gefördert.
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Es besteht eine hohe Standortmobilität aufgrund der überwiegenden Nutzung von kleinen gemieteten Gewerbeflächen. Verstärkt wird diese dadurch, dass in der Kreativwirtschaft häufig neue Standortentscheidungen getroffen werden müssen. Die überwiegend kleinen Unternehmen weisen eine eher geringe Kapitaldecke auf und sind zudem zu klein, um Großaufträge allein zu bewältigen. Zudem können die Unternehmen meist nur geringe Investitionen tätigen und weisen auch Defizite im Management- und Marketingbereich auf. ¹⁶³
CHANCEN:	Die Kultur- und Kreativwirtschaft ist ein bedeutender Wachstumsmarkt in Hessen. Früher aufwändige und teure Produktionsprozesse werden durch digitale Techniken ersetzt und ermöglichen vermehrt kleinen Firmen den Markteintritt. ¹⁶⁴

¹⁶¹ Münchner Kreis e.V. (2015): Digitalisierung. Achillesferse der Deutschen Wirtschaft? Wege in die digitale Zukunft, München, S. 18.

¹⁶² Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – kreative Hochburg, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/kulturwirtschaft-kreativwirtschaft> [Stand 21.01.2015].

¹⁶³ Sailer, Ulrike/Fischer, Christian/Papenheim, Dominik/Matatko, Anja (2007): Kreativwirtschaft in Offenbach. Gutachten im Auftrag der Stadt Offenbach am Main. Universität Trier, Trier, S. 75.

¹⁶⁴ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (Hrsg.) (2012): 4. Hessischer Kultur- und Kreativbericht, Wiesbaden, S. 63.

LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

Kennzeichnend für die hessische landwirtschaftliche Nutzfläche ist, dass etwa zwei Drittel in den Mittelgebirgen liegen und sogar 52 Prozent als benachteiligtes, also ertragsschwaches Gebiet anerkannt sind. Im Rheingau und an der Weinstraße prägen der Wein-, Obst- und Gartenbau maßgeblich die Landschaft. Bedeutend ist dies auch für andere Wirtschaftsbereiche wie den Tourismus.¹⁶⁵

Etwa 17.000 Betriebe bewirtschafteten im Jahr 2013 mehr als 770.000 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche. Davon haben etwa 10 Prozent dieser Betriebe ihre Flächen ökologisch bewirtschaftet. Die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt 45,5 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche. Während der Viehbestand immer weiter abnimmt, nimmt der Anteil der Ackerbaubetriebe in Hessen zu.¹⁶⁶

Mit 70 Prozent Anteil an Nebenerwerbsbetrieben hat Hessen bundesweit den höchsten Anteil an Nebenerwerbsbetrieben. Zum Teil beträgt dieser Anteil in Mittelhessen bis zu 86 Prozent, was zu einer vielfältigen Nutzung der Kulturlandschaft beiträgt.¹⁶⁷

STÄRKEN:	Begünstigt wird die Wettbewerbsfähigkeit durch gute Infrastruktur und qualifizierte Arbeitskräfte.
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Wettbewerbsnachteile entstehen durch die überwiegend kleinteiligen Betriebsstrukturen sowie den geringen Viehbestandsgrößen. Investitionen in landwirtschaftliche Geräte und Fahrzeuge sind von kleinen Unternehmen oft nicht ohne weiteres zu erbringen. Auch die zum Teil noch mangelhaften Breitbandinfrastrukturen in ländlichen und peripheren Regionen können den Einsatz moderner, IKT- und Internetbasierter Anwendungen und Einrichtungen erschweren.
CHANCEN:	Die Nutzung mobiler Geräte erlaubt eine Koordination der Ernteprozesse, so dass die beste Menge und Qualität erreicht wird. Auch das Düngen von Ackerflächen sowie die Automatisierung von Fütterung und Pflege des Viehbestands (z.B. über webgesteuerte Melkanlagen) können den Betrieben eine ressourcen- und energieeffiziente Arbeit ermöglichen.

LOGISTIK UND MOBILITÄT

Mit über 200.000 Erwerbstätigen zählt die Logistikbranche zu den stärksten Wirtschaftszweigen Hessens.¹⁶⁸ Hessen ist als einziges Bundesland mit zwei Logistikregionen in der für diese Branche wichtigen „Arbeitsgemeinschaft Logistik-Initiativen Deutschland“ vertreten – neben dem Verkehrsknoten Rhein-Main ist auch Nordhessen einer der wichtigsten nationalen Verkehrsknotenpunkte und Standort der wichtigsten Logistikunternehmen und Zentrallager bedeutender Handelsketten. Da gerade im Logistikbereich mit seinen geringen Margen und hohem Zeitdruck Effizienz wichtig ist, spielen sogenannte Hubs – moderne Umschlagplätze für den Gütertransport – eine wichtige Rolle. Auch hier ist Nordhessen ein wichtiger Standort.

¹⁶⁵ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (Hrsg.) (2000): Landesentwicklungsplan 2000, Wiesbaden, S. 46.

¹⁶⁶ Führer, Jörg (2013): Die hessische Agrarstruktur 2013, in: Staat und Wirtschaft in Hessen, Heft 12/2014, Wiesbaden, S. 343 bis 349.

¹⁶⁷ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2000): Landesentwicklungsplan 2000, Wiesbaden, S. 46.

¹⁶⁸ Hessisches Statistisches Landesamt, IHK Arbeitsgemeinschaft Hessen, Arbeitsgemeinschaft der Hessischen Handwerkskammern, Bundesagentur für Arbeit Regionaldirektion Hessen, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Hrsg.) (2013): Konjunkturprognose Hessen 2014, Wiesbaden, S 31.

STÄRKEN:	Durch den Einsatz neuer Technologien und innovativer Konzepte wird die Mobilität zukunftsorientiert auf den Verkehrswegen und auch bei den Arbeitsformen erweitert. Eine der wichtigsten Schaltstellen im globalen Logistiknetz ist die CargoCity am Frankfurter Flughafen. Hier sind rund 300 Logistikunternehmen angesiedelt und in unmittelbarer Nähe des Flughafens befinden sich zahlreiche Paketdienstzentren. ¹⁶⁹ Ebenso haben große Speditionen in Hessen Niederlassungen. Ein wichtiges Element ist hier auch das House of Logistics & Mobility (HOLM) als Plattform für interdisziplinäre und branchenübergreifende Kooperation von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik im Bereich Verkehr und Logistik. ¹⁷⁰ In Nordhessen haben sich in den vergangenen Jahren zahlreiche Distributions- und Umschlagzentren angesiedelt und bedienen von dort aus den gesamtdeutschen Raum. Durch die Zentralität des Standortes und die gute Verkehrsanbindung können Waren spät am Abend verschickt werden und erreichen die Empfänger dennoch am nächsten Tag. ¹⁷¹ Hier arbeitet die Industrie eng mit den Hochschulen zusammen. Zahlreiche Projekte wie die AG Energie & Emissionen im Verkehr, Sintropher oder AG Elektromobilität belegen das. ¹⁷²
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	In Zukunft wird die Straße im Güterverkehr an Bedeutung gewinnen. Das erfordert intermodale Konzepte und einen Austausch mit anderen Verkehrsträgern, um auch die Umweltauswirkungen des Güterverkehrs zu verringern. ¹⁷³
CHANCEN:	In Hessen arbeiten Experten aus Wirtschaft, Politik und Forschung mit Hochdruck an der Entwicklung intermodaler Technologien. Hier ergeben sich sowohl die Chance als auch die Notwendigkeit zum Einsatz moderner, IKT-basierter und -gesteuerter Prozesse und Anlagen.

LUFT- UND RAUMFAHRT

Insgesamt gibt es in Hessen mehr als 200 Unternehmen, die im Luft- und Raumfahrzeugbau tätig sind oder der Branche Produkte bzw. Dienstleistungen zuliefern.¹⁷⁴ Der Großteil davon sind Industrieunternehmen. Aber auch eine Reihe von Dienstleistern ist in Hessen in diesem Bereich tätig. Der regionale Schwerpunkt liegt im Rhein-Main-Gebiet. Die Unternehmen sind jedoch nicht nur in unmittelbarer Nähe des Flughafens zu finden, sondern auch im Raum Wiesbaden, Bad Homburg, Hanau und Darmstadt. Auch in Mittel- und Nordhessen ist eine Reihe Unternehmen ansässig.

¹⁶⁹ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – die Lage ist gut. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/logistik-mobilitaet> [Stand 21.01.2015].

¹⁷⁰ House of Logistics & Mobility (HOLM) GmbH (2014): Mobility meets Logistics, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.frankfurt-holm.de/sites/default/files/managed/downloads/HOLM-Broschuere_Infrastruktur_DE.pdf [Stand 13.02.2015]

¹⁷¹ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Mobilitätscluster Nordhessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/logistik/mobilitaetscluster-nordhessen> [Stand 25.02.2015]

¹⁷² Regionalmanagement Nordhessen (2015): MoWiN.net e.V., Kassel. Online verfügbar unter: <http://www.mowin.net/projekte/> [Stand 25.02.2015]

¹⁷³ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (2007): Mobilität und Logistik in Hessen, Wiesbaden, S. 31.

¹⁷⁴ Hessen Trade & Invest (2014): Hessens Aufbruch zu den Sternen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/luftfahrt-raumfahrt> [Stand 21.01.2015] und Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Luft- und Raumfahrt, Fahrzeugbau, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=18044> [Stand 25.01.2015]

STÄRKEN:	Hessen ist durch die ansässigen nationalen und internationalen Institutionen ein bedeutender Luft- und Raumfahrtstandort.
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Aufgrund des Wachstums des Luftverkehrs ist mit Produktions- und Lieferengpässen zu rechnen. Durch hohe Entwicklungs- und Zulassungskosten sind die Markteintrittsbarrieren für neue Anbieter hoch. Es erfordert viel Kapital, eine Flugzeugindustrie aufzubauen und ist meist nur durch staatliche Unterstützung und eine ausreichend große Nachfrage zu erreichen. Auch bei der Luft- und Raumfahrtindustrie kommt es zu einem Fachkräftemangel. Risiken sind zudem der verstärkte weltweite Wettbewerb und der damit verbundene zunehmende Kostendruck. ¹⁷⁵
CHANCEN:	Der Luftverkehr wird in Zukunft wachsen, wobei der Zuwachs beim Frachtverkehr größer sein dürfte als beim Personenverkehr. Damit ist mit einer Zunahme der Nachfrage nach Flugzeugen, Flugzeugzubehör und Flughafenausrüstung zu rechnen. Dadurch wird auch der Bedarf an innovativer Ausrüstung steigen, die wiederum von modernen Forschungs- und Produktionsprozessen abhängig ist. ¹⁷⁶

MASCHINEN- UND ANLAGENBAU

In Hessen sind etwa 400 Maschinenbaubetriebe ansässig, die einen Umsatz von rund 10 Mrd. Euro erwirtschaften. Mit 44.000 Beschäftigten ist der Maschinenbau eine wichtige Industriebranche, deren Exportquote bei über 60 Prozent liegt.¹⁷⁷

STÄRKEN:	Fast ein Drittel des jährlichen Branchenumsatzes wird mit neuen oder deutlich verbesserten Produkten erwirtschaftet und mehr als drei Viertel der Unternehmen führen mindestens eine Produktinnovation pro Jahr ein. Dieses Innovationspotenzial wird durch die Arbeit an hessischen Instituten, Universitäten und Fachhochschulen ergänzt. ¹⁷⁸
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Eine Gefahr für die Modernisierung der Branche im Sinne von Industrie 4.0 ist der zunehmende Fachkräftemangel, dem vor allem im Kontext sich verändernder und teilweise steigender Anforderungen an die Qualifikation der Mitarbeiter begegnet werden muss.
CHANCEN:	Durch die Vernetzung von Produkten und Maschinen wird die Effizienz der Unternehmen gesteigert. Auch können Produktionsprozesse einfach und auch standortübergreifend optimiert werden.

¹⁷⁵ Homann, Birte/Wilke, Peter (2013): Die Luft- und Raumfahrtindustrie in Norddeutschland, Branchenstudie im Rahmen des Projektes Struktureller Wandel und nachhaltige Modernisierung – Perspektiven der Industriepolitik in Norddeutschland, Hamburg, S. 32.

¹⁷⁶ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Luft- und Raumfahrtindustrie in Hessen, Wiesbaden, S. 17.

¹⁷⁷ Hessen Trade & Invest (2014): Hessens Antrieb, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/maschinenbau-anlagenbau> [Stand 21.01. 2015]

¹⁷⁸ Hessen Trade & Invest (2014): Hessens Antrieb. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/maschinenbau-anlagenbau> [Stand 21.01. 2015]

MEDIZINTECHNIK

Rund 20.000 Mitarbeiter sind in mehr als 700 Unternehmen der Medizintechnik beschäftigt.¹⁷⁹ Der Umsatz der Branche liegt bei etwa 4 Mrd. Euro und es wird eine Exportquote von über 80 Prozent erreicht.¹⁸⁰ Dabei sind von kleinen Handwerksbetrieben bis zu Großkonzernen Unternehmen unterschiedlichster Größe anzutreffen.

STÄRKEN:	Die Medizintechnikunternehmen verfügen über ein ausgesprochen vielfältiges Leistungsspektrum. Bereits die Hälfte der Unternehmen hat eine eigene Entwicklungsabteilung und die Investitionen sind höher als in den meisten anderen Branchen. ¹⁸¹
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	In der Medizintechnik sind viele kleine Unternehmen aktiv, die oft zwar über das erforderliche Know-how, zum Teil jedoch nicht über die Ausstattung sowie die finanziellen und personellen Ressourcen verfügen, die für eine Weiterentwicklung im Sinne von Industrie 4.0 notwendig sind. ¹⁸²
CHANCEN:	Für Innovation und Wachstum der Branche sind Schlüsseltechnologien (zum Beispiel E-Health oder Diagnostik/personalisierte Medizin) besonders wichtig. Daher gilt es, die Programme des Landes Hessen, insbesondere die Technologielinien Hessen-Biotech, Hessen-Nanotech und Hessen-IT zu nutzen. ¹⁸³

UMWELTECHNOLOGIEN

Rund 51.000 Beschäftigte entwickeln in den unterschiedlichen Bereichen der Umwelttechnologie in insgesamt etwa 1.300 Unternehmen zukunftsweisende Technologien für eine umweltverträgliche Ökonomie. Der Umsatz der Branche beläuft sich auf 14,4 Mrd. Euro.¹⁸⁴ Dabei wird unter dem Begriff Umwelttechnologien eine Vielzahl verschiedener Branchen zusammengefasst, die von der Bionik über erneuerbare Energie bis zur Abfall- und Wasserwirtschaft reichen. Die interdisziplinär ausgerichtete Branche zählt zu den Schlüsselbereichen bei der Lösung zentraler globaler Herausforderungen.

STÄRKEN:	Die Umwelttechnologie besitzt ein überdurchschnittlich hohes Wachstums- und Innovationspotenzial. Neben einem starken Markt bietet Hessen auch eine Vielzahl an Hochschulen und Forschungsinstitutionen, die sich mit den Themen Erneuerbare Energien, Abfall/Recycling, Wasser/Abwasser sowie Luftreinhaltung/Lärm beschäftigen.
SCHWÄCHEN/ GEFAHREN:	Die Schwächen der Unternehmen liegen meist bei fehlenden Kenntnissen zum internationalen Marketing, was das Erschließen neuer Märkte erschwert. ¹⁸⁵

¹⁷⁹ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Medizintechnik. Online verfügbar unter : <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=18048> [Stand 25.01.2015]

¹⁸⁰ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – neue Ideen für neue Technologien, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/medizintechnik> [Stand 21.01. 2015]

¹⁸¹ Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Medizintechnik, Wiesbaden. Online verfügbar unter : <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=18048> [Stand 25.01.2015]

¹⁸² Hornschild, Kurt/Raab, Stephan/Weiss, Jörg-Peter (2006): Die Medizintechnik am Standort Deutschland – Chancen und Risiken durch technologische Innovationen, Auswirkungen auf und durch das nationale Gesundheitssystem sowie potentielle Wachstumsmärkte im Ausland, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, S. 48.

¹⁸³ HA Hessen Agentur GmbH (2014): Medizintechnik in Hessen, Ergebnisse einer Standortanalyse und Unternehmensbefragung, Wiesbaden, S. 18.

¹⁸⁴ Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – über den Tag hinaus, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/Umwelttechnologie> [Stand 21.01.2015]

¹⁸⁵ HA Hessen Agentur GmbH (2007): Auslandsmärkte – Zukunftspotenziale für hessische Umwelttechnologieunternehmen. Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Umwelttech, Wiesbaden.

CHANCEN: Die internationalen Märkte bieten große Chancen, da der Bedarf an ressourceneffizienten und umweltschonenden Lösungen weltweit zunimmt. Bereits jetzt liegen die Auslandsumsätze bei 40 Prozent. Im Vergleich zu anderen Branchen besteht aber noch Potenzial für eine Steigerung der Exportquote. Die Umwelttechnologie kann von einer Reihe indirekter Anwendungsfelder der Nanotechnologie profitieren, wie z.B. physikalisch-chemische oder biologische Prozesse sowie die Analyse von Umweltschadstoffen. Innovative Produkte und Dienstleistungen können durch diese Überschneidungsbereiche realisiert werden.

8.2 Best Practices zum Einsatz von Industrie 4.0

8.2.1 Beispiele aus Hessen

FIRMA BENDER GMBH & CO. KG – FABRIK DER ZUKUNFT

Mitte 2012 nahm der Hersteller von Sicherheitstechnik eine neue Produktionshalle in Betrieb. Zunächst liefen die Fertigungsprozesse noch nach den alten Mustern, um einen reibungslosen Übergang zur neuen Fabrikationsstätte zu gewährleisten. Parallel dazu wurden aber bereits die Voraussetzungen für eine Vernetzung von Maschinen und Werkstücken geschaffen, um nach den Idealen von Industrie 4.0 zu produzieren. Definiertes Ziel war es, die Fabrik der Zukunft zu bauen, die vor allem auf effiziente Verfahrensschritte und Ressourceneffizienz setzt. Die Produktionsprozesse sollten dezentral und sich selbst regulierend ablaufen, simple Tätigkeiten sollten automatisiert und die Mitarbeiter damit auf ein höheres qualitatives Niveau gestellt werden. Im Januar 2013 stellte Bender die Produktion in der neuen Halle schließlich um. Das serielle Abarbeiten von großen Losen steht nun nicht mehr im Vordergrund. Jeder Auftrag wird in Einzelstücke aufgeteilt, verschiedene Aufträge laufen parallel zueinander durch die Produktion. Werkstücke und Maschinen kommunizieren miteinander. Die Werkstücke suchen sich ihre Stationen. Dadurch konnten die Umlaufbestände stark reduziert werden, praktisch kein Werkstück muss an einer Station noch warten.

Die Firma Bender hat ein breites Produktportfolio. Weil nicht jeder Typ neu entworfen werden sollte, um ihn mit den erforderlichen Komponenten zur Kommunikation auszurüsten, wurden Träger, auf denen die Werkstücke über ein Transfersystem die Fertigung durchlaufen, mit solcher Kommunikationstechnik bestückt.

Wesentliche Ergebnisse der Umstellung sind eine

- Steigerung der Effizienz der Produktion,
- die Optimierung der Lagerflächen und
- die Senkung der Neuentwicklungskosten

FIRMA HERBORNER PUMPENFABRIK – EFFIZIENZ UND FLEXIBILITÄT

Die Herborner Pumpenfabrik hatte den Weg zur Industrie 4.0 schon vor 15 Jahren eingeschlagen. Schon in den 1990ern sah sich die Firma mit stark individualisierten Kundenwünschen konfrontiert. Daraus erwuchsen Anforderungen an Konstruktion und Fertigung, die der Entwicklung von Kleinserien Vorschub leisteten. Bei hoher Fertigungstiefe ist das eine große Herausforderung. Die Pumpenfabrik verfügt über eine eigene Gießerei, die zu einem großen Teil noch nach herkömmlichen Mustern arbeitet. Auch hier möchten die Verantwortlichen jedoch die Abläufe stärker flexibilisieren und vernetzen, wie bereits bei

nachgelagerten Fertigungs- und Montageprozessen geschehen. Die Fertigung wurde auf „one-piece-flow“ umgestellt und Werkstücke können nunmehr in beliebiger und wechselseitiger Reihenfolge abgearbeitet werden. Dazu mussten zum einen die Montagelinien umorganisiert, zum anderen ein neues Enterprise-Resource-Planning-System (ERP-System) entwickelt werden.

Das System lässt den Verantwortlichen größtmögliche Freiheit, noch spät in Fertigungsabläufe einzugreifen. Eine Liste legt fest, auf welcher Maschine in Kürze welches Produkt zur Bearbeitung ansteht. In Abhängigkeit von der Bearbeitungszeit ist eine kleine Anzahl der nächsten Aufträge fixiert. Spätere können jederzeit umdisponiert werden. Die Struktur der Abläufe in der Pumpenfabrik ermöglicht auch die Fertigung in Schichten ganz ohne Personal. Nachts arbeiten die Maschinen jene Aufträge ab, die tagsüber zurückgestellt wurden.

FIRMA ROLLS-ROYCE – AUTOMATISIERUNG UND MODERNE FERTIGUNGSTECHNIKEN

Die Notwendigkeit einer weiter reichenden Automatisierung griff Rolls Royce Deutschland schon sehr früh auf. Ziel war es, mit steigenden Stückzahlen den Automatisierungsgrad zu erhöhen, um die Effizienz der Fertigungsprozesse zu verbessern. Im Vordergrund stand das Prozessmonitoring, etwa hinsichtlich Werkzeugverschleiß, und generell das Prozessverständnis bei der Zerspanung. Rolls Royce hat mit der Simulation der Zerspanprozesse und beispielsweise mit Schneidkantenverrundung gute Ergebnisse erzielt und wolle sich in Zusammenarbeit mit den Werkzeugherstellern weiter in diese Richtung bewegen. Auch die Bearbeitung neuer, hochtemperaturbeständiger und schwer zerspanbarer Werkstoffe wie Nickellegierungen, die in der Luftfahrt immer wichtiger werden, erforderte ein besseres Prozessverständnis.

- Der britische Triebwerkshersteller ist einerseits ein gewerblicher Verbraucher, andererseits rüstet sich das Unternehmen für den Einsatz von 3D-Druck-Technologie, um Komponenten für seine Triebwerke zu produzieren.
- Einige dieser Teile haben sehr lange Vorlaufzeiten aufgrund der beteiligten Werkzeugprozesse, zudem kann es bis zu 18 Monate dauern, bis eine Bestellung ausgeführt wird.
- Die Anwendung von 3D-Druck würde diesen Prozess erheblich verkürzen, und es könnten mehr Leichtbauteile hergestellt werden.

FIRMA LIMTRONIK – AUTOMATISIERTE UND VERNETZTE PROZESSEVALUATION

Maschinen lernen aus Fehlern, optimieren sich selbst und produzieren eigenständig mittels intelligenter Algorithmen. Dies ist die primäre Zielsetzung für eine Smart Factory im Zeitalter der Industrie 4.0. Um diese Zielsetzung in einer realen Produktionsstätte zeitnah zu verwirklichen, wird in der Elektronikfabrik der Limtronik GmbH in Limburg mit Unterstützung der iTAC Software AG aus Montabaur eine marktweit einzigartige Evaluierungsumgebung geschaffen.

Die Industrie 4.0-Evaluierungsumgebung wird derzeit in der Fabrik des Elektronikzulieferers Limtronik aufgebaut. Die iTAC Software AG stellt hierfür Industrie 4.0-taugliche Softwarekomponenten sowie Smart Devices zur Ankopplung von unterschiedlichen Anlagenmodulen verschiedener Hersteller bereit. Beide Unternehmen gehen damit weit über Industrie 4.0-Demonstrations- und Forschungsplattformen hinaus.

Die Zielsetzung des Projektes ist es, Maschinenprozesse leistungsfähiger zu gestalten und konkrete sowie rückkopplungsfähige Aussagen über prozessspezifische Problemstellungen zu erhalten. So wird das zukünftige System nicht nur Fehler erfassen und über Qualitätsberichte dokumentieren, sondern vollautomatisch die Ursache evaluieren. Auf diese Weise kann ein Early Warning System aufgebaut werden, das auf potenzielle Fehlerquellen hinweist und so die Non Conformance Costs (Fehlleistungskosten) gegen

Null minimiert. Denn Fehlerursachen lassen sich durch moderne Datenanalyse-Techniken (Data Mining) künftig deutlich besser eingrenzen. Diese Techniken basieren auf bereits erfassten Produkt-, Betriebsmittel- und Prozessdaten sowie Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit etc. Die Kunden von Limtronik erhalten darüber hinaus in Zukunft die Möglichkeit, sich mit ihrem EMS-Dienstleister zu vernetzen und anhand der Seriennummer Fehlerursachen festzustellen. Eine lückenlose Erfassung und Verfügbarkeit der Daten ist das Ergebnis dieser intelligenten Vernetzung. Durch die automatisierte Begleitung und Evaluation der Prozessschritte lässt sich nicht nur die Effizienz der Produktion steigern. Auch die Anforderungen an Mitarbeiter ändern sich dadurch – in einem solchen System können auch ungelernete Kräfte eingesetzt werden und Mitarbeiter erhalten die Möglichkeit, durch höhere Qualifikationen Verantwortung für größere Produktionsbereiche zu übernehmen.

8.2.2 Best Practices aus anderen Regionen Deutschlands

NATIONALES ENTWICKLUNGSPROJEKT „DYNAMISCHES CONTAINER NETZWERK“

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderte Projekt „DyCoNet – Dynamisches Container Netzwerk“, welches sich mit Luftfrachtcontainern beschäftigt und in Zusammenarbeit mit den Unternehmen Lufthansa Cargo, Jettainer, InnoTec, EnOcean sowie PalNet durchgeführt wird, zeigt, wie Cyber Physical Systems (CPS) eine Schlüsseltechnologie für eine durchgängige Informationskette in der Luftfracht darstellen können. Dazu werden Transportbehälter in die Lage versetzt, miteinander zu kommunizieren, um einen autonomen Materialfluss aufzubauen. Das Projekt will für die grenzenlose Vernetzung der smarten Objekte überall erreichbare Technologien wie GSM/UMTS und GPS nutzen. So sind keine Änderungen an den bisherigen Prozessen und kein Aufbau neuer Hardware notwendig. Es werden völlig autonome Luftfrachtcontainer entwickelt, die ohne betriebliche Infrastruktur mit Funkknoten ausgestattet sind und mit einem übergreifenden Unternehmensnetzwerk überall auf der Welt interagieren können. So wird der Materialfluss echtzeitnah mit dem Informationsfluss weltweit verknüpft.¹⁸⁶

ENTWICKLUNGSPROJEKT „OPTIMIERUNG DES STROMVERBRAUCHS IN PRIVATHAUSHALTEN“

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert im Rahmen des Förderprogramms E-Energy das Projekt E-DeMa, dessen Ziel die Optimierung des Stromverbrauchs in Privathaushalten ist. Zu diesem Zweck werden intelligente Stromzähler eingesetzt, die mit einem Kommunikationsmodul ausgestattet sind und mit dem privaten Computer der Teilnehmer kommunizieren. Über das Internet werden stets die aktuellen Strompreise abgerufen, die sich z.B. nach der Tageszeit oder danach richten, wie viel regenerative Energie derzeit im Stromnetz verfügbar ist. Diese Information wird an intelligente Geräte wie Waschmaschinen, Trockner und Spülmaschinen übertragen, die den teilnehmenden Haushalten zur Verfügung gestellt wurden. Die Geräte richten ihre Betriebszeit daraufhin automatisch nach den günstigsten Strompreisen aus. Ein Feldtest zu diesem Projekt läuft seit März 2012 mit ca. 700 Teilnehmern in den Modellregionen Mülheim an der Ruhr und Krefeld. Beteiligt an diesem „Energie-Marktplatz der Zukunft“ sind zahlreiche renommierte Partner aus Industrie und Forschung, wie z. B. Miele mit Sitz in Gütersloh, RWE in Essen, die Stadtwerke Krefeld, die Ruhr-Universität Bochum, die TU Dortmund und die Universität Duisburg-Essen. Ein weiteres Projekt aus dem Förderprogramm E-Energy ist „Smart Watts“, welches in

¹⁸⁶ Clustermanagement IKT.NRW (Hrsg.) (2013): Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum digitalen Industrieland, In: IKT.NRW Schriftenreihe, Wuppertal. Online verfügbar unter: www.ikt.nrw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/IKTNRWSchriftenreihe/CPS_Potenzial_und_Kompetenzen_in_NRW-SchriftenreiheIKTNRW.pdf [29.01.2015], S. 40.

der Modellregion Aachen durchgeführt wird. Das Projekt besteht aus einem Verbund von 15 Stadtwerken mit dem Ziel, zu einem „Internet der Energie“ beizutragen. Hierzu werden ähnlich wie beim E-DeMa-Projekt die Haushalte mit intelligenten Stromzählern ausgestattet, so dass Haushaltsgeräte automatisch bevorzugt dann Strom verbrauchen, wenn er am günstigsten ist. Zusätzlich sollen den Teilnehmern detaillierte Informationen und neue Dienstleistungen zur Verfügung gestellt werden, z.B. eine Online-Energieberatung. Von der Firma Phoenix Contact aus Blomberg stammt ein Projekt, welches im Rahmen der Hannover Messe mit dem Technologiepreis der Deutschen Messe AG ausgezeichnet wurde. Sie erhielt den Hermes Award 2012 für ihr Blitzstrommesssystem LM-S. Das System misst Blitzströme in Blitzableitungen und leitet die Messergebnisse über das Internet an eine Fernwartungszentrale weiter. Dort kann das Ergebnis ausgewertet und entschieden werden, ob weitere Prüfungen oder Wartungsarbeiten erforderlich sind. Das Ziel ist die Erhöhung der Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Kostensenkung und Effizienzsteigerung der Wartungsarbeiten.¹⁸⁷

FÖRDERPROJEKT: FORSCHUNGSCAMPUS ARENA2036

Im Rahmen des Projektes ARENA2036 wird an Leichtbauprojekten und innovativen Produktionstechnologien gearbeitet. Dabei arbeiten Unternehmen wie Bosch, Daimler und BASF mit der Universität Stuttgart sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen in einer öffentlich-privaten Partnerschaft zusammen. Die Förderung des Bundesbildungsministeriums von zwei Millionen Euro pro Jahr für das Projekt kann bis zu 15 Jahre laufen. In dem Projekt soll eine Forschungsfabrik für die Autoindustrie der Zukunft in Stuttgart gebaut werden – Computer Physikalische Systeme werden dort eine wichtige Rolle spielen. Folgende Punkte stehen im Vordergrund:

- Innovationsoffenheit bei Einsatz neuer Leichtbaumaterialien, um ressourcenschonende Ergebnisse zu erzielen,
- Offenheit gegenüber Modell- und Technologievielfalt, um auf die Zunahme neuer Antriebstechnologien kostengünstig, schnell und flexibel reagieren zu können und
- Zukunftsfabrik, die ohne Fließband, Takte und fixe Arbeitsplätze auskommt¹⁸⁸.

Die Aktivitäten des Forschungscampus werden in einer Forschungsfabrik zusammengeführt, um die Ergebnisse der Entwicklungs- und Konstruktionsforschung sofort praktisch zu erproben.

FIRMA FESTO – TECHNOLOGIEFABRIK SCHARNHAUSEN

Die Technologiefabrik Scharnhausen ist als zukunfts- und wandlungsfähige Fabrik konzipiert. So wird es möglich sein, sie jederzeit neuen Anforderungen anzupassen oder sie zu erweitern. Ein großer Gewinn des Werkes wird die deutliche Verkürzung der Produkteinführungszeit (Time-to-market) sein. Dies garantiert optimierte Abläufe entlang verschiedener Wertströme und neu ausgerichtete Kernprozesse: Das angelieferte Material durchläuft zuerst die spanende Fertigung. Von dort werden die fertigen Teile direkt in die Montageebene transportiert. Am Ende wird das fertige Produkt der Logistik zur Auslieferung an den Kunden übergeben. Der Standort Scharnhausen wird ideale Automationsabläufe mit energieeffizienter

¹⁸⁷ Clustermanagement IKT.NRW (Hrsg.) (2013): Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum digitalen Industrieland, In: IKT.NRW Schriftenreihe, Wuppertal. Online verfügbar unter: www.ikt.nrw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/IKTNRWSchriftenreihe/CPS_Potenzial_und_Kompetenzen_in_NRW-SchriftenreiheIKTNRW.pdf [Stand 29.01.2015], S. 53

¹⁸⁸ Arena2036 (2015): Forschungscampus Arena 2036, Stuttgart. Online verfügbar unter: <http://www.arena2036.de/de/arena2036/inhalte-und-ziele> [Stand 25.02.2015]

Nutzung von Pneumatik und Elektrik demonstrieren. Außerdem wird die Technologiefabrik als energieeffiziente Fabrik errichtet. Beispielsweise werden Blockheizkraftwerke Strom und Wärme für das Werk erzeugen. Die Abwärme der Anlagen in der spanenden Produktion wird zum Heizen genutzt. Ein ressourcenschonender Umgang mit Wasser wird durch die Nutzung von Regenwasser für Produktion, Sanitäranlagen oder die Bewässerung der Grünanlagen gewährleistet. Auch die Mitarbeiter profitieren von der umweltfreundlichen Gestaltung der Technologiefabrik: Unter anderem wird ein speziell konzipiertes Beleuchtungskonzept gepaart mit der natürlichen Beleuchtung durch die Fenster des Gebäudes nicht nur Energie sparen, sondern auch die Gesundheit fördern.¹⁸⁹

Konkrete Technologien sind etwa:¹⁹⁰

- **ESIMA – Energieautarke Sensorik und Interaktion mit mobilen Anwendern**
Ansatz zur Optimierung der Ressourceneffizienz in der Produktion entwickelt, bei dem energieautarke Sensoren eine zentrale Rolle spielen. Die Mensch-Maschine-Kommunikation soll über ein dezentrales Informationssystem erfolgen. Zur Visualisierung der Energiekennwerte und Verbrauchstrends werden mobile Geräte wie Tablet PCs verwendet.
- **KoSiF – Komplexe Systeme in Folie**
Erforschung von Technologien, mit deren Hilfe flexible elektronische Elemente aufgebaut und in eine Kunststofffolie eingebettet werden können. Selbst komplexe Siliziumchips lassen sich heute sehr dünn herstellen; Antennen und wieder aufladbare Akkus können sogar direkt auf Folien gedruckt werden. Damit wird eine autonome und nachgiebige Elektronik geschaffen, die Maschinen das Fühlen ermöglicht und die mit ihrer empfindlichen Sensorik Kräfte und Verformungen wahrnimmt.
- **Dielastar – Dielektrische Elastomer-Aktoren für mehr Energieeffizienz**
Die Forschung an EAPs (Elektroaktive Polymere) steht im Fokus des Forschungsprojektes „Dielastar“ (Dielektrische Elastomere für Stellaktoren), welches vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Erforscht werden neue Aktuator- bzw. Antriebssysteme auf Basis von dielektrischen Elastomeren. Diese energieeffizienten Wandler dienen als Kraftgeber für mechanische Systeme und haben das Potential, in der Zukunft viele Anwendungsfelder zu finden. Festo entwickelt unter anderem im Verbundprojekt neuartige Pneumatikventile, die mittels dielektrischer Aktuatoren (DEAs) geschaltet werden.
- **MIKOA (Miniaturisierte energieautarke Komponenten mit zuverlässiger drahtloser Kommunikation für die Automatisierungstechnik)**
Das Projekt befasst sich mit miniaturisierten Komponenten zur zuverlässigen drahtlosen Erfassung von Prozessgrößen, insbesondere Druck und Massenstrom. Autonome Energieversorgung, optimierte Sensortechnologie und drahtlose Kommunikation sind dabei die entscheidenden Technologiefelder. Durchgängige Informationsflüsse sind der Schlüssel für moderne Automatisierungskonzepte. Zu den Projektzielen des geförderten Verbundprojektes gehören:
 - Miniaturisierte Sensoren mit Signalerfassung, -auswertung und drahtloser Kommunikation
 - Hochgradig robuste Funkkommunikation mit definiertem Echtzeit- und Koexistenzverhalten
 - Optimierung und Miniaturisierung existierender Energiewandlertechnologien

¹⁸⁹ Festo AG & Co. KG (2014): Technologiefabrik Scharnhausen, Esslingen. Online verfügbar unter: http://www.festo.com/cms/de_corp/13575_13580.htm#id_13580 [Stand 29.01.2015]

¹⁹⁰ Festo AG & Co. KG (2014): Advanced Technologies – Technologien der Zukunft, Esslingen. Online verfügbar unter: http://www.festo.com/cms/de_corp/12486_12538.htm#id_12538 [Stand 29.01.2015]

FIRMA CLAAS – INDUSTRIE 4.0 IN DER LANDWIRTSCHAFT

Landmaschinen sind komplexe Produktionssysteme mit der Maßgabe, schnell und effizient ein optimales Ernteergebnis zu erreichen. Der Maschinenführer muss dazu die jeweiligen Bedingungen des Feldes wie den Reifegrad der Pflanzen und die Bodenbeschaffenheit berücksichtigen. Gleichzeitig müssen die einzelnen Prozesse (Ernten, Transport und Einlagerung) optimal aufeinander abgestimmt werden. Ziel der Firma CLAAS ist die Entwicklung eines softwarebasierten Dienstes, mit dem sich unterschiedliche Landmaschinen selbständig an die jeweiligen Erntebedingungen anpassen und die einzelnen Prozesse und Akteure intelligent vernetzt werden. Für eine optimale Auslastung der Landmaschinen müssen alle Akteure im Ernteprozess wie Hersteller, Lohnunternehmer und Landwirte einbezogen werden. Es wird erwartet, dass so die Auslastung um mindestens 10 Prozent gesteigert werden kann. Die eigenständige Anpassung entlastet zudem den Maschinenführer, da er Änderungen im Ernteprozess nicht mehr manuell umsetzen muss. Der softwarebasierte Dienst kann auf weitere Anwendungen wie die Transportlogistik übertragen werden.¹⁹¹

FIRMA WEIDEMÜLLER – SELBSTOPTIMIERENDE MASCHINEN

Elemente der Selbstoptimierung in der Anlage von Weidemüller sind eine hochpräzise Messtechnik, eine intelligente Informationsverarbeitung sowie die Vernetzung der Maschinen: Ein Messsystem innerhalb der Maschine erfasst die Kennwerte der produzierten Teile und gibt Informationen über den Maschinen-Output an die Steuerung weiter. Diese sorgt dafür, dass die Maschine durch die autonome Anpassung der Werkzeuge auf Abweichungen reagiert. Ergebnis sind minimierte Materialverluste sowie eine verbesserte Qualität der Bearbeitung. In Zukunft kann das Prinzip der Selbstoptimierung auf ganze Produktionslinien angewendet werden. Die vernetzten Maschinen kommunizieren Unregelmäßigkeiten im Prozess, so dass Ausfälle vermieden und der Produktionsverbund ganzheitlich optimiert werden. Zur Umsetzung solcher selbstoptimierender Prozesse muss eine autonome Parametrisierung der Maschine bzw. Anlage erfolgen. Die Anpassung des Verhaltens erfolgt dabei indirekt über sogenannte Systemziele. Diese stellen übergeordnete Ziele des Systems dar und werden hinsichtlich der aktuellen Situation eigenständig vom System priorisiert. Beispiele für Systemziele sind: „minimiere Durchlaufzeit“, „minimiere Energieverbrauch“ oder „maximiere Qualität“. Die Firma Kannegiesser definiert solche übergeordneten Ziele z. B. für die Automatisierung in Großwäschereien. In Abhängigkeit vom Energiepreis, dem Grad der Verunreinigung sowie der Auslastung der Wäscherei werden die Ziele „minimiere Durchlaufzeit“, „maximiere Reinigungsleistung“ oder „minimiere Energieverbrauch“ priorisiert. Falls nun stark verunreinigte Wäsche zur Desinfektion vorliegt, wird bspw. die Reinigungsleistung wesentlich erhöht, wenngleich dies in bestimmten Grenzen zu erhöhtem Energieverbrauch oder höherer Durchlaufzeit führt. Dazu werden Parameter wie Temperatur, die Dosierung von Reinigungsmitteln oder die Einwirkzeit bedarfsgerecht und autonom angepasst.¹⁹²

¹⁹¹ It's OWL Clustermanagement GmbH (2014): Auf dem Weg zu Industrie 4.0: Lösungen aus dem Spitzencluster it's OWL, Paderborn. Online verfügbar unter: [www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/Auf_dem_Weg_zu_Industrie_4.0 - Loesungen aus dem Spitzencluster its OWL RGB.pdf](http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/Auf_dem_Weg_zu_Industrie_4.0_-_Loesungen_aus_dem_Spitzencluster_its_OWL_RGB.pdf) [Stand 29.01.2015], S. 15.

¹⁹² It's OWL Clustermanagement GmbH (2014): Auf dem Weg zu Industrie 4.0: Lösungen aus dem Spitzencluster it's OWL, Paderborn. Online verfügbar unter: [www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/Auf_dem_Weg_zu_Industrie_4.0 - Loesungen aus dem Spitzencluster its OWL RGB.pdf](http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/Auf_dem_Weg_zu_Industrie_4.0_-_Loesungen_aus_dem_Spitzencluster_its_OWL_RGB.pdf) [Stand 29.01.2015], S. 11.

9 Industrie 4.0-relevante Handlungsfelder in Hessen

Aus der Darstellung der regionalen Ausgangslage sowie den Ergebnissen der Interviews ist zu entnehmen, dass die Komplexität und Vielschichtigkeit der Implementation von „Industrie 4.0“ sich in Hessen in einer Vielzahl an Aktivitäten wiederfindet, jedoch oftmals nicht hinreichend transparent ist. Es finden sich in Hessen Know-how-Träger und Hidden Champions wieder. Zudem haben die Interviews und Umfragen gezeigt, dass viele der befragten kleinen und mittelständischen Unternehmen offen für neue Technologien sind. Eine besondere Herausforderung liegt nunmehr darin, die verbundenen Themenkomplexe wie CPS, Optimierung der Wertschöpfung oder Verbesserung der Ressourceneffizienz in den richtigen Kontext zu stellen und die vielen Aktivitäten des Landes zu fokussieren. Die hessische Vorgehensweise ist bisher stark geprägt von der auf Zukunftstechnologien fokussierten Umsetzung der Technologielinien (TL) und der Einbindung der Wissenschaft. Die besondere Herausforderung wird nunmehr darin bestehen, das vorhandene Know-how und die entsprechenden Ressourcen zu operationalisieren und „auf die Straße zu bringen“.

Das Themenfeld Industrie 4.0 ist nicht entlang einer in sich geschlossenen Wertschöpfungskette einer einzelnen Branche abbildbar und enthält darüber hinaus auch Wechselbeziehungen verschiedener Sektoren untereinander wie Bildung und Energie. Die intelligente Vernetzung dieser Bereiche ist ausschlaggebend für die Stärkung des Industriestandortes Hessen. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Aufgaben, die sich aus der Entwicklung der vierten Industriellen Revolution für Hessen ergeben, in die Arbeit aller Stakeholder-Gruppen zu integrieren. Da es sich hier um zentrale Punkte der hessischen Wirtschaft handelt und eine Notwendigkeit zur Fokussierung der Aktivitäten gegeben ist, sollte geprüft werden, ob das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) die Aktivitäten explizit beobachten kann und soll.

In diesem Zusammenhang können die folgenden übergeordneten Handlungsfelder identifiziert werden:

- Infrastrukturen für Industrie 4.0
- Ressourceneffizienz
- Vernetzungsarbeit
- Finanzierung und Förderung
- Wissen und Qualifizierung
- Außenwirtschaft und Standortmarketing

9.1 Infrastruktur für Industrie 4.0-Anwendungen schaffen

Cyber-Physische-Systeme, Internet der Dinge, 3D-Druck, automatische Fertigungsumstellung – die Prozess-Elemente von Industrie 4.0 wirken noch sehr fiktiv. Industrie 4.0 ist ein sich weiterentwickelnder Prozess entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Für eine erfolgreiche Umsetzung der Prozesse müssen Unternehmen schon heute pragmatisch in die Fertigung der Zukunft investieren. Durch die intelligente Steuerung von Maschinen werden Effizienzgewinne und ressourcenschonende Optimierungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ermöglicht. Der kleinste gemeinsame Nenner aller Akteure ist dabei die große Menge an Daten, die für alle Prozesse benötigt und erzeugt wird. Daher muss eine zuverlässige und hochverfügbare IT-Infrastruktur sichergestellt werden (Versorgungssicherheit), welche zudem große Datenmengen sicher verarbeitet. Die Stabilität der Infrastruktur ist für die Aufrechterhaltung der Wirt-

schaft wesentlicher als jemals zuvor. Ein gutes Beispiel hierfür ist die sich verändernde Mobilität (Mobilfunknetze). Demzufolge werden kooperative Fahrzeugsysteme benötigt, um Verkehrssicherheit und -effizienz, Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit, ökologische Nachhaltigkeit und Mobilitätskomfort zu sichern. Aufgrund der geografischen Ansiedlung der hessischen Wirtschaft werden besonders die kleinen und mittelständischen Unternehmen von neu ausgelegten Energiekonzepten und Breitbandverbindungen profitieren. Diese hochspezialisierten und im globalen Wettbewerb stehenden mittelständischen Unternehmen wiederum lassen neue und innovative Technologien entstehen. Infolgedessen müssen Schlüsseltechnologien identifiziert und sofort in die Breite transportiert werden. Hessen ist hier Spitzenreiter, dies gilt es auch für Industrie 4.0 auszubauen.

Die im Folgenden betrachteten Aspekte der Infrastrukturen umfassen die Handlungsfelder:

- Energie
- Verkehrswege
- Breitband und
- IKT/Rechenzentren.

9.1.1 Industrie 4.0 und Energie in Hessen

Im Zuge der Energiewende vollzieht sich ein Wechsel in der Energieversorgung von wenigen Großkraftwerken hin zu einer heterogenen Energieversorgung mit einer Vielzahl kleinerer Stromerzeuger. Durch die fortschreitende Entwicklung der Elektromobilität werden sich zudem das bislang bekannte Verbrauchsprofil sowie die Möglichkeiten zur Energiespeicherung signifikant verschieben. An der Vernetzung all dieser Energiequellen, Energieverbraucher und Energiespeicher mit CPS führt betriebswirtschaftlich wie auch physikalisch kein Weg vorbei: Da im Versorgungsnetz selbst kein Strom speicherbar ist, muss zur Sicherung der Netzstabilität jederzeit gewährleistet sein, dass eingespeiste und verbrauchte Energie sich genau die Waage halten. Dies erfordert komplexe Mechanismen zum Management der einzelnen Energiequellen sowie koordinierte Strategien zur Speicherung überschüssiger Energie und ihrem späteren bedarfsgerechten Wiederabruf. Durch die informationstechnische Vernetzung dieser physikalischen Komponenten entsteht so mit dem sog. Smart Grid ein komplexes CPS, das die enge Verzahnung digitaler und realer Welt und die resultierenden hohen Verlässlichkeitsanforderungen an diese Systeme beispielhaft illustriert. Die digitale Vernetzung von Energieerzeugern, -speichern und -verbrauchern ermöglicht ferner feingranulare Abrechnungsmodelle für den Energiemarkt der Zukunft, in dem einhergehend mit der Dezentralisierung der Infrastruktur die Rollen von Versorgern und Verbrauchern zunehmend verwischen werden. In einem Elektrizitätsnetz, in dem Haushalte wie Unternehmen überschüssige Energie einspeichern können, Verbände mehrerer Kleinerzeuger zu virtuellen Kraftwerken gekoppelt werden, oder gar die landesweite Flotte von perspektivisch Millionen Elektrofahrzeugen als dezentraler Energiespeicher nutzbar gemacht wird, dürfte sich ein agiler Markt für Energie entwickeln, der es für Verbraucher interessant macht, ihren Energiekonsum nicht nur bewusster zu kontrollieren, sondern auch zu steuern. Erste entsprechende Geräte erscheinen derzeit auf dem Markt und dürften in Zukunft breiten Einsatz und – mit entsprechendem Netzausbau – noch vielfältigere Anwendungsmöglichkeiten finden.¹⁹³

Für die Digitalisierung der Produktion bei gleichzeitiger Einsparung von Energie bzw. Reduktion des CO₂ Ausstoßes werden künftig verteilte Energiespeicher eingesetzt werden. Die Energieversorgung wird de-

¹⁹³ http://ikt.nrw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/IKTNRWSchriftenreihe/CPS_Potenzial_und_Kompetenzen_in_NRW-SchriftenreiheIKTNRW.pdf [Stand: 05.05.2015]

9.1.2 Industrie 4.0 – Verkehrswege, Logistik und Mobilität

Die Umstellung auf digitale Industrie ermöglicht neue Logistikkonzepte und eine Optimierung des Ressourcen- und Energieeinsatzes. Durch die Veränderung der industriellen Prozesse und durch den Einsatz intelligenter Mobilitätssysteme wird eine Veränderung der regionalen Infrastrukturen notwendig sein. Energieproduktion und Verbrauch müssen auf diese Anforderungen im regionalen Kontext angepasst werden, mobile Datenverbindungen müssen entlang der Verkehrswege etabliert werden und die Rechenzentren mit ihren hohen infrastrukturellen Anforderungen im ganzen Land verteilt echtzeitfähige Dienste stützen. Hierbei kommt der regionalen Struktur ebenso wie der Absicherung der Leistung, z.B. durch Aufrechterhaltung der Kommunikationswege im Hochwasserfall und Stabilität der Rechenzentren durch redundante Energieversorgung eine große Bedeutung für die Produktionsstandorte zu. Bei der Aufstellung der Entwicklungsplanung für Energie und Verkehr ist daher auf explizite Stabilität und Absicherung zu achten.

Die Möglichkeiten der intelligenten Mobilität aber auch der Warenwirtschaft in Verbindung mit verteilten Produktionsstandorten verändern nicht nur die Wertschöpfung sondern auch die Logistik und es entstehen neue Arbeitsformen, z.B. durch verteilte Produktion von Kleinteilen (z.B. 3D-Drucker) oder optimiertem Materialverbrauch sowie intelligente Steuerung von Wasser, Wärme und Kälte in der Produktion. Materialbeschaffung, Ressourcennutzung, Auslieferung und Absatz sind über vernetzte und digitalisierte Systeme individualisierbar und mit Verfolgungssystemen besser denn je kalkulierbar. Gerade für die kleinen und mittleren Unternehmen können so neue Möglichkeiten der Warenwirtschaft und Logistik geschaffen werden. Dafür sind neue Konzepte und Modelle für Logistik und Verkehr zu entwickeln. Essenziell ist eine Prüfung der Kapazitäten sowie entsprechender Maßnahmen, um die Anforderungen der Industrie 4.0 in den Entwicklungszentren der Zukunft bedienen zu können. Hier gilt es ebenfalls, die Verbindungen aus anderen Bundesländern, den Hauptverkehrswegen, aber auch die digitale und energetische Infrastruktur im Blick zu halten. Entscheidend hierfür waren bisher Transportwege. Mit den beiden Verkehrsknotenpunkten Rhein-Main und Nordhessen, die gutes Entwicklungspotenzial bieten, ist das Land hier sehr gut aufgestellt.

In Form einer Technologiefolgenabschätzung und Zukunftsorientierung ist zu prüfen, welche Veränderungen für Hessen eintreten können und welche Möglichkeiten neu entstehen. Eine Studie zur Technologiefolgenabschätzung „Veränderung der Mobilität und des Verkehrs“ im Kontext der Digitalisierung sollte ebenfalls vorgenommen werden, soweit noch nicht verfügbar.

9.1.3 Industrie 4.0 und Breitband

Die Breitbandanbindung der Produktionsstätten ist entscheidend für die Umsetzung von Industrie 4.0 und der weiteren zukünftigen Entwicklungen in diesem Feld. Hierbei sind mittelfristig nicht nur Produktionsstätten, sondern auch die Mikro-Unternehmen zu berücksichtigen. Die Arbeitsweise spezialisierter Unternehmen und ihrer Mitarbeiter verändert sich. Homeoffice-Konzepte sind inzwischen selbstverständlich. An die Breitbandverbindungen von Unternehmen sind daher höhere Anforderungen zu stellen: Stabilität und Sicherheit sind hier wesentlich und unterscheiden sich deutlich von den Anforderungen privater Verbraucher. Unternehmen benötigen zumeist wesentlich höhere Kapazitäten zum Versenden von Informationen (Upload) an private Endkunden. Auch die Anbindung der Rechenzentren und die „Durchlässigkeit“ der Verbindungen zwischen Rechenzentren und KMU bei der Bereitstellung von Diensten sind zu beachten. Nicht zu vernachlässigen ist hierbei die Sicherheit der Netze und auch deren Redundanz. Die Interviews und Umfragen haben gezeigt, dass gut ein Viertel der befragten Unternehmen die Sicherheit der Daten als größte Herausforderung bei der Umsetzung von Industrie 4.0 sehen. So ist die Backbone-

Struktur Hessens auf Kapazitäten und flächendeckende Verfügbarkeit zu prüfen und eine Auswahl an Gewerbekundenprodukten, insbesondere für zeitkritische Anwendungen, zu ermöglichen.

Liegt eine leistungsstarke Breitbandverbindung im Unternehmen an, so ist die „Inhouse-Verkabelung“ ebenfalls noch herzustellen und unter dem Gesichtspunkt der Verbindung von Maschinen sind hier Sicherheitskonzepte und Standards gefragt. Das Ergebnis der Interviews und Umfragen bekräftigt dies. Einige der befragten Unternehmen wünschen sich als Unterstützung bei der Umsetzung von Industrie 4.0 eine dementsprechende Förderung bzw. Unterstützung bei der Finanzierung.

Die hessischen Unternehmen sind in vielen Bereichen bereits gut aufgestellt und stellen sich täglich dem Wettbewerb. Gleichzeitig wird eine permanente Weiterentwicklung der eigenen Produkte und Prozesse verlangt. Das Land hat die notwendigen Rahmenbedingungen zu konzipieren und die infrastrukturellen Herausforderungen zu bewältigen. In diesem Kontext kann eine Stimulierung der Nachfrage nach Zukunftstechnologien und der Weiterentwicklung durch die Implementation von Gütesiegeln angereizt werden. Diesen Ansatz verfolgt auch die Richtlinie für die Kostenreduzierung der EU KOM, die die Implementation eines Gütesiegels für Breitband-vorbereitete Häuser vorsieht. Die ergänzende Etablierung eines Siegels für Industrie 4.0-nutzende Unternehmen kann hierüber hinausgehen und den Nachfrage-Effekt verstärken. So können insbesondere die „Hidden Champions der Industrie 4.0“ durch eine Auszeichnung sichtbar gemacht werden. Dieses Instrument kann sowohl der Beschleunigung der Implementation innerhalb des Landes wie auch der Außenwirkung dienen. Die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen zur Umsetzung eines Gütesiegels müssen klar definiert und abgeschätzt und die relevanten Akteure überzeugt werden. Hierzu sollten Erfahrungen aus anderen Themenfeldern und Regionen evaluiert und in die Überlegungen einbezogen werden.

9.1.4 Innovationsallianz: Rechenzentren als technische Basis einbeziehen

Eine weitere Schlüsselgröße in der Umsetzung und Verfügbarkeit von Industrie 4.0-Anwendungen sind die Rechenzentren. Die „Smarte Fabrik“ und die mit ihr und ihren Produktionsstätten verbundenen Fachkräfte werden in der Regel dezentral angesiedelt sein. Zum Teil wird dies überregional, zum Teil auch global organisiert sein, viele verbundene Bereiche werden jedoch aufgrund der logistischen Abhängigkeiten auch innerhalb einer Region verortet bleiben. Die Rechenzentren bilden hier die Schnittstelle, da sie Speicherkapazitäten bereitstellen und dezentral nutzbare Cloud Dienste anbieten. Insbesondere im produzierenden Gewerbe werden hier die Sicherheitsanforderungen und die Kapazitäten verbunden mit Anforderungen an Datengeschwindigkeit und Stabilität eine neue Qualität verlangen. Dies bezieht sich auch auf die Integration mobiler Dienste wie z.B. für die Verkehrstelematik sowie den kleinteilig und verteilten Datenverkehr. Ein wichtiges Kriterium werden hierbei die Laufzeit und Interaktionsfähigkeit bei gleichzeitiger Verbesserung des Datenschutzes sein. Die Rechenzentren werden sich den neuen Anforderungen stellen und neue Produkte auch für kleine und spezialisierte Unternehmen anbieten. Hessen verfügt hier über international renommierte Unternehmen und Betreiber.

Neben den technischen Lösungen werden die Rechenzentrumsbetreiber künftig stärker Beratungsleistungen anbieten müssen, um ihren Kunden (v.a. KMU) spezialisierte Angebote unterbreiten zu können. Wettbewerbsrelevant sind einerseits die Lösung der infrastrukturellen Herausforderungen (stetige Reduzierung des Energieverbrauchs, klimatische Anforderungen, Breitbandanbindung) und andererseits das vorhandene Technik- und Beratungs-Know-how. Mit der Innovationsallianz der Rechenzentren ist eine gute Basis für eine Vorreiterrolle Hessens in diesem Bereich gegeben. Die Verbindung der Aktivitäten der Rechenzentren, der regionalen Infrastruktur und der im Kontext der Industrie 4.0 entwickelnden Wirtschaftskraft wird essenziell für den Erfolg der Aktivitäten sein.

Hier sind im Wesentlichen Existenzgründungen mit den Schwerpunkten Cloud, CPS etc. zu unterstützen. Die Entwicklung neuer Dienste wird durch die Kreativwirtschaft beeinflusst. Durch Kooperationen von Kreativwirtschaft und Industrie können neue Modelle entstehen. Wichtig ist der Schutz von Ideen (Patentsicherung und Verwertung), die in engem Zusammenhang mit der Finanzwirtschaft zu sehen ist. Durch die Innovationsallianz für Rechenzentren können Möglichkeiten zur Unterstützung junger kreativer Unternehmen insbesondere im Bereich der Cloud-Dienste entstehen. Daher ist die Innovationsallianz zu stärken und geeignete Maßnahmen für ein Portfolio für Hessen zu schaffen.

9.2 Ressourceneffizienz

Ressourceneffizienz bedeutet, die begrenzten Ressourcen nachhaltig zu nutzen und dabei minimale Wirkungen auf die Umwelt auszuüben. Der effiziente Einsatz von Ressourcen erlaubt es, mit weniger mehr zu schaffen und mehr Wert mit weniger Input zu liefern. Mit dem Begriff Ressourceneffizienz wird also das Verhältnis eines bestimmten Nutzens eines Gutes oder einer Dienstleistung zu dem dafür erbrachten und erforderlichen Einsatz an natürlichen Ressourcen umschrieben. Hierbei gilt vereinfacht: Je geringer der Einsatz der natürlichen Ressourcen, desto ressourcenschonender ist das Produkt und desto ressourceneffizienter erfolgt dessen Herstellung. In diesem Zusammenhang ist daher auch der Begriff Nachhaltigkeit zu betrachten, denn eine Verminderung des Einsatzes von Ressourcen ist nicht nur im Sinne der Effizienz aktueller Anforderungen, sondern auch im Hinblick auf zukünftige Generationen relevant. Demzufolge trägt eine hohe Ressourceneffizienz auch zu einer dauerhaft hohen Lebensqualität bei.¹⁹⁶

Auch wenn es bisher keine wissenschaftlichen Untersuchungen zu den tatsächlichen Wirkungen von Industrie 4.0 auf die Ressourceneffizienz gibt, sind die Erwartungen hoch. Laut einer Studie von PriceWaterhouseCoopers gehen die Unternehmen branchenübergreifend insgesamt von einer 18-Prozentigen Steigerung der Produktions-, Energie- und Ressourceneffizienz aus.¹⁹⁷

Ressourceneffizienz setzt sich im Wesentlichen aus drei Teilbereichen zusammen: Energieeffizienz, Materialeffizienz und Effizienz in der Logistik. Energierückgewinnung, Materialeinsparung, optimierter Einsatz von Betriebsmitteln oder grüne Logistik (Betrachtung von Umweltverträglichkeit und Ressourceneffizienz bezogen auf die gesamte logistische Wertschöpfungskette) sind wichtige Schlagworte und Handlungsfelder.¹⁹⁸

Natürliche Ressourcen stützen unsere Wirtschaft und unsere Lebensqualität. Die Fortsetzung unserer derzeitigen Muster der Ressourcennutzung ist keine Option für ein nachhaltiges Dasein. Die Steigerung der Ressourceneffizienz ist der Schlüssel zur Sicherung von Wachstum und Beschäftigung. Industrie 4.0 bietet die Möglichkeit, substantielle Verbesserungen der Personal-, Prozess- oder Ressourceneffizienz zu erreichen. Dabei konzentrieren sich die dargestellten Industrie 4.0-Anwendungen primär auf die ressourcenschonende und individualisierte Produktion der Unternehmen. Auffällig ist, dass die Bereiche der Produktionsplanung sowie -durchführung intensiv fokussiert werden und somit hier der größte Nutzen durch Industrie 4.0-Ansätze durch die Unternehmen gesehen wird. Die Kernprozesse Arbeitsorganisation und Vertrieb werden bisher wenig eingebunden.

¹⁹⁶ <http://www.bmub.bund.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen/ressourceneffizienz/progress-das-deutsche-ressourceneffizienzprogramm/> [Stand: 15.04.2015]

¹⁹⁷ PriceWaterhouseCoopers Aktiengesellschaft (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten Industriellen Revolution, O.O., S. 22. [Stand: 15.04.2015]

¹⁹⁸ http://www.iml.fraunhofer.de/de/themengebiete/umwelt_ressourcenlogistik/umwelt_ressourcen/Green_Logistics.html [Stand: 15.04.2015]

Zu den bedeutendsten erwarteten Nutzeneffekten zählen Effizienzsteigerungen in Produktion und Logistik auf Basis einer transparenten und vernetzten Wertschöpfungskette. Durch dezentrale und automatisierte Irregularitäts- und Schadenserkennungen können Betriebsmittel, Prozesse und Produkte echtzeitfähig überwacht werden. Durch die Ressourcen schonende Arbeitsweise führt die Digitalisierung der Prozesse, vor allem bei manuellen Arbeitsabläufen, zu einer Verbesserung der Prozesssicherheit. Die angestrebte Vernetzung spielt eine Schlüsselrolle bei der Berücksichtigung kundenspezifischer Kriterien in den Bereichen Design, Konfiguration, Bestellung etc. Insbesondere der 3D-Druck kann die Rentabilität von Kleinstmengen und Einzelstücken durch einen gezielten Materialeinsatz sowie wandelbare Produktionsprozesse erhöhen.

Automatisierungsplattformen für die Entwicklung und den Betrieb von Maschinen und Anlagen können auf der Basis wiederverwendbarer Lösungselemente in Form von „intelligenten“ Hard- und Softwaremodulen entwickelt werden. Dadurch können Produktionsanlagen eigenständig Verschleiß minimieren, Emissionen und Immissionen reduzieren, den Energieverbrauch optimieren und Produktionsfehler vermeiden. So werden Ausschuss, Durchlaufzeiten oder Schadstoffaustritt reduziert und die Lebensdauer der Werkzeuge sowie die Nachhaltigkeit der Anlagen erhöht.¹⁹⁹

Grüne Logistik betrifft auch den Bereich Intralogistik. Durch intelligente Antriebs- und Steuerungstechnik kann etwa in Warenlagern der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden. Mit Hilfe eines intelligenten Baukastensystems für effiziente Antriebslösungen kann für jeden Antriebsprozess im Warenlager die optimale Lösung bereitgestellt werden. Darüber kann ein intelligentes Lastmanagement konzipiert werden, wodurch sich der Energieverbrauch in Warenlagern erheblich reduziert und eine optimale Auslastung des Versorgungsnetzes erreicht wird, ohne dabei die Qualität und Wirtschaftlichkeit zu beeinträchtigen.²⁰⁰

Da Ressourceneffizienz als wesentlicher inhaltlicher Treiber für die Entwicklung neuer Technologien und den Einsatz von „embedded systems“ gesehen wird, sollten hier eine Beteiligung in Bundesarbeitsgruppen angestrebt und die europäische Netzwerkarbeit verstärkt werden. Die frühzeitige Identifizierung weiterer ressourcenschonender Verfahren und Neuerungen, die als Schlüsseltechnologien (z.B. Mikro- und Nanotechnologien, Bionik) angesehen werden, ist wesentlich. Hier muss sich Hessen als Partner und Standort etablieren.

Für den Bereich Ressourceneffizienz lässt sich eine ganze Reihe von Argumenten und Handlungssträngen identifizieren, die eine genauere Betrachtung dieses Themenkomplexes im Zusammenhang mit Industrie 4.0 erfordern. Festzustellen ist, dass Ressourceneffizienz trotz eines noch bestehenden Mangels an wissenschaftlichen Belegen für viele Unternehmen ein wichtiges Kriterium für eine Umstellung von Prozessen und Maschinen sein kann.

¹⁹⁹ http://ikt.nrw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/IKTNRWSchriftenreihe/Industrie40_CPS_in_der_Produktion-SchriftenreiheIKTNRW.pdf [Stand: 15.04.2015]

²⁰⁰ http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Informationsmaterialien/2013-its_OWL_Informationsbroschuere_RGB.pdf [Stand: 15.04.2015]

9.3 Netzwerkarbeit für Industrie 4.0

Einer der wichtigsten Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung des Themenkomplexes Industrie 4.0 ist die Zusammenarbeit in starken thematischen Netzwerken, um den Standort Hessen gemeinsam voranzubringen. Entscheidend ist hier eine starke Partnerstrategie mit Verbänden, Akteuren und Kommunen.

Für eine Etablierung des Themenbereichs Industrie 4.0 ist ein gemeinsames Vorgehen verschiedener Akteure notwendig. Durch die Umfeldanalyse konnte festgestellt werden, dass die Netzwerkbildung in vielen Bereichen bereits vollumfänglich funktioniert, jedoch gerade für das Thema Industrie 4.0 noch am Anfang steht. Die Informationsbeschaffung, die Informationsbereitstellung und die Steuerung der Aktivitäten sind von einer gezielten Multiplikatorenbildung und einem hohen Vernetzungsgrad abhängig. Einige Rückmeldungen der befragten hessischen Unternehmen bestätigten eine hohe Diversifikation und noch zu geringe Ergebnisorientierung. Zudem bemerken sie das Fehlen einer Kommunikationsstrategie, die für ein gemeinsames Verständnis für das Thema jedoch wichtig ist.

Die zahlreichen Aktivitäten des Landes sind in den Technologielinien und Clustern wiederzufinden (vgl. Kapitel 6.3), jedoch ist in Bezug auf die Implementation von Industrie 4.0 noch keine „Spinne im Netz“ vorhanden. Zwar wurde durch die drei führenden Industrieverbände BITKOM, VDMA und ZVEI für das Thema Industrie 4.0 eine gemeinsame Geschäftsstelle gegründet, die ihren Sitz in Frankfurt und damit zentral in Hessen hat. Ein Zusammenhang mit den Aktivitäten des Landes konnte jedoch trotz der räumlichen Nähe und den sich daraus möglicherweise ergebenden Synergien bisher nicht formuliert werden. Auch in den überregionalen Gruppen, z.B. auf Bundesebene, ist Hessen weder in den Informationsfluss eingebunden noch präsent. Dies gilt es zu ändern und durch effiziente und verbindliche Koordination umzukehren. Hierfür sind eine übergeordnete Aktionsplattform und ein Kernteam erforderlich (vgl. auch Kapitel 10.1 zu organisatorischen Handlungsempfehlungen). Einige Befragte und auch Netzwerkpartner würden insbesondere eine starke Einbeziehung der Wirtschaft in die weiteren Prozesse begrüßen.

Im Vergleich zu anderen Bundesländern fällt in Hessen besonders die Kleinteiligkeit der Vorgehensweise auf. Während in Ländern wie Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen regelmäßige Abstimmungen auf Entscheidungsebene stattfinden und die Arbeitsebene in unterschiedlichen Bereichen eine Grundausrichtung verfolgt, gibt es diese Möglichkeiten in Hessen noch nicht. Strategische Kooperationen können jedoch dazu beitragen, gemeinsame Ziele zu definieren und zu erreichen. Positiv hervorzuheben ist, dass eine Vielzahl an Akteuren und Stakeholdern in Hessen agiert und die hessische Wirtschaft stärkt. Dies wird bei der Etablierung festerer Strukturen ein wesentlicher Faktor sein.

Die Etablierung eines organisierten und verstetigten Gedankenaustausches der Entscheider, der Akteure aus Verbänden und Wirtschaft und des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung zur Entwicklung einer ganzheitlichen strategischen Ausrichtung des Landes ist unabdingbar. Die Industrieplatzinitiative Hessen der Vereinigung der hessischen Unternehmerverbände (VhU) und des Hessischen Wirtschaftsministeriums ist hier bereits eine wichtige Plattform. In regelmäßigen Treffen sind gemeinsame Maßnahmen und gegenseitig verbindliche Aktionen zu definieren und voranzubringen. Die Ausrichtung der Großunternehmen hat in diesem Kontext Einfluss auf die Zulieferbetriebe und verbundene Unternehmen. Hierdurch entstehen Multiplikatoreffekte.

Die Programme und Strategien der Wirtschaftsfördereinrichtungen sollten im Hinblick auf ihre Rolle im Bereich der wirtschaftlichen Digitalisierung des Industriestandorts Hessen einer Prüfung unterzogen werden. Hier gilt es, die aktuellen und geplanten Maßnahmen im Hinblick auf Industrie 4.0 Ansätze zu prüfen und ggfs. neu auszurichten.

Zu ergänzen sind die bisherigen Aktivitäten insbesondere in Bezug auf die regionale Entwicklung. Industrie 4.0 setzt auch für die Energieversorgung, die regionale Breitbandversorgung und die effiziente Etablierung

in anderen Sektoren, z.B. im Bereich des E-Government, Rahmenbedingungen voraus. Hier sind vor allem die Kommunen und Landkreise aufgefordert, im Kontext einer developmentperspektivischen Ausgestaltung der Rahmenbedingungen auch die Anforderungen von Industrie 4.0 zu berücksichtigen.

9.4 Investitionen durch Förderung beschleunigen

Die Umsetzung der Maßnahmen im Kontext von Industrie 4.0 werden vor allem für KMU verhältnismäßig hohe Investitionen erfordern. Hierbei fallen zum einen Neuinvestitionen (z.B. in IT-Infrastruktur) und zum anderen Erneuerungsinvestitionen (z.B. bei der Anschaffung einer neuen Maschine) an. Als dritter Aspekt kommt, im besten Falle, auch die Geschäftsfelderweiterung und Expansion z.B. in Form eines Hallenbaus oder eines neuen Standortes hinzu. Die kleinen und mittleren, zum Teil hoch spezialisierten Unternehmen können sich der Umstellung nicht verwehren, da der globale Wettbewerb und letztlich auch die deutsche Großindustrie diese Umstellung verlangen. Die Wirtschaft Hessens wird sich, um wettbewerbsfähig zu bleiben, auf die neuen Herausforderungen einstellen müssen. Diese Investitionen aus eigener Kraft zu leisten ist jedoch für viele Unternehmen schwierig. Förder- und Finanzierungsprogramme und -möglichkeiten, der EU, des Bundes und des Landes dienen hierbei der Befähigung und der Beschleunigung.

9.4.1 Finanzierung von Investitionen

Länder wie Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen haben bereits frühzeitig neue Produkte für Risikokapital aber auch für Firmenbeteiligungen konzipiert. Wirtschaftsminister Schmid (SPD) will Baden-Württemberg zum Leitmarkt und Leitanbieter für Industrie 4.0 machen. Hierzu wurde ein Lenkungskreis eingerichtet („Allianz 4.0“), der einen Masterplan erstellen soll. Dieser soll mind. 8,5 Mio. Euro in den kommenden zwei Jahren als Starthilfe aus Landesmitteln beinhalten.

Hessen hat mit dem internationalen Finanz- und IT-Standort Frankfurt am Main, sowie mit den eigenen Angeboten der WIBank und der Hessischen Landesbank (HeLaBa) ein starkes Fundament, um ein Portfolio an Unterstützungsleistungen für die bestehenden Unternehmen, sich ansiedelnden Unternehmen und Investoren zu schaffen. Dies schafft die Möglichkeit einer investitionsfreundlichen Umgebung mit nachhaltiger Ausrichtung auf Zukunftstechnologien und globale Wettbewerbsfähigkeit.

Es ist davon auszugehen, dass das Interesse der Großbanken an Industrie 4.0 noch nicht entfaltet ist. Im Hinblick auf die Bewertbarkeit von Investitionen in Produktionsstandorte oder in Zusammenarbeit mit Hausbanken kann hier jedoch ein Effekt entstehen. Hinzu kommen Investoren und Beteiligungs- und Risikokapitalgeber, die mittel- und langfristige Investitionen in die deutsche Infrastruktur und Unternehmen suchen. Die Möglichkeiten der Finanzierung von Industrie 4.0-Vorhaben und der Aufbau eines engen Netzwerkes für die Unterstützung der Wirtschaft in Hessen, sowie die Möglichkeit, die Banken als Multiplikatoren für ein Standortmarketing zu nutzen, sollten wahrgenommen werden.

Insbesondere für die Finanzierer dieser Aktivitäten sind die Werthaltigkeit der Anschaffung und die damit einhergehende Risikominimierung entscheidend. So sollte nicht nur für die Bewertung von etwaigen Kreditanfragen eine Prüfung der „Zukunftsfähigkeit“ der Anschaffung enthalten sein, sondern auch spezifische Produkte entstehen.

9.4.2 Förderung von Industrie 4.0-Projekten

Neben einem erleichterten Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten sollte auch die finanzielle Unterstützung in Form von Fördermaßnahmen in Betracht gezogen werden. Die Förderung und Finanzierung von Pilotprojekten kann hierbei ein Instrument sein. Wie oben bereits dargestellt, sind im Kontext der Industrie 4.0 bereits einige Programme vorhanden und es ist davon auszugehen, dass auch weitere Mittel zur Verfügung gestellt werden. Hierbei ist jedoch zu erkennen, dass besonders im Kontext der Technologie- und Innovationsentwicklung viele Programme nutzbar sind, die nicht im direkten Kontext mit Industrie 4.0 kommuniziert werden. Es ist bereits erkennbar, dass Hessen und die hessische Wirtschaft und Wissenschaft hier bisher nicht alle Möglichkeiten ausgenutzt haben. Die nachfolgenden Maßnahmen dienen der Zielorientierung des Einsatzes der Mittel unbenommen dessen, dass eine höhere Mittelausstattung des Landes in diesem Segment deutliche Fortschritte erzielen könnte.

BESTEHENDE FÖRDERMÖGLICHKEITEN VON EU UND BUND TRANSPARENTER MACHEN UND AKTIVE PROJEKTENTWICKLUNG UND BERATUNG ANBIETEN

Die Europäischen Fördermittel (vgl. Kapitel 7.1) sowie die Mittel des Bundes (vgl. Kapitel 7.2) und der KfW (vgl. Kapitel 7.3) sind für kleine und mittlere Unternehmen, aber auch für Forschung und Entwicklung sowie auch in Zusammenarbeit mit großen Unternehmen nutzbar, werden aber noch zu wenig von hessischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Anspruch genommen. Zum einen ist hier ein stetiger Überblick der Fördermittel in Verbindung mit einem Ausweis der thematischen Nutzbarkeit z.B. durch den Aufbau einer Fördermitteldatenbank herstellbar, zum anderen bedingen derartige Fördermittelprojekte zumeist auch den Aufbau eines geeigneten Konsortiums, sowie die Entwicklung einer Idee, die in den Förderrahmen eingepasst werden muss. Die bisherigen Aktivitäten des Landes und auch der HTAI sind hier noch deutlich zu verstärken ohne hierbei den vorwettbewerblichen Bereich zu verlassen. Der Netzwerkkoordination muss auch die Rolle eines kreativen Projektentwicklers und Moderators zu Teil werden, um für die Unternehmen und die weiteren Netzwerke einen Mehrwert zu schaffen. Die alleinige Transparenz der Optionen wird nicht ausreichen.

Die EFRE-Förderung ist eine Möglichkeit der Unterstützung der Implementation von Industrie 4.0. Die Möglichkeiten der Förderung von Projekten mit Industrie 4.0 Bestandteilen sollten geprüft und an den nachgelagerten Bereich weitergegeben werden. Ggfs. ist ein Hinweisblatt „Industrie 4.0 im EFRE“ für Antragsteller zu entwickeln. In das Monitoring der EFRE-Umsetzung sind Digitalisierungsprojekte mit der Wirtschaft auszuweisen und für die Kommunikation zu nutzen.

Auch die Förderung von betrieblichen Investitionen im Rahmen der GRW und des regionalen Landesprogramms, die GRW-Regionalförderung, die Clusterförderung und Kooperationsnetzwerke sollten im Hinblick auf Industrie 4.0-Ansätze neu ausgerichtet werden. Im Rahmen einer spezifischen Fördermitteldatenbank kann hier die Anwendung herausgestellt werden.

MACHBARKEITSUNTERSUCHUNG UND ERSTBERATUNG

Unternehmen die sich entschieden haben, Anpassungen im Kontext von Industrie 4.0 allein oder gemeinsam mit anderen Unternehmen vorzunehmen, sollten zu Beginn eine realistische Einschätzung der Möglichkeiten, aber auch des Nutzens und der damit verbundenen Aufwendungen erhalten. Hierzu sollten sich Unternehmen einer Industrie 4.0-orientierten „SWOT-Analyse“ unterziehen und eine Erstberatung in Anspruch nehmen, die insbesondere die Machbarkeit im Hinblick auf Optimierungspotenzial und Finanzierung prüft. Diese Analyse und die ergänzende Machbarkeitsuntersuchung können im besten Falle bei der Abwägung von Investitions- und Kreditentscheidungen nützlich sein. Hierzu ist ein entsprechendes

Förderprogramm für Machbarkeitsstudien zu prüfen. Die Initiierung dieser SWOT- und Machbarkeitsanalysen kann z.B. im Rahmen eines allgemeinen Beratungsangebots des Landes zum Thema Industrie 4.0 erfolgen. Als Vorbild für ein solches Programm könnte Hessen-PIUS herangezogen werden und auf seine Anwendbarkeit im Industrie 4.0-Kontext geprüft werden.

Ideal wäre, im Rahmen eines solchen Förderprogramms eine Erstberatung zur Überwindung der ersten inhaltlichen und organisatorischen Hürden in den Unternehmen anzubieten. Die Erstberatung dient im Wesentlichen der Abschätzung und Auslösung von Investitionen, die die Unternehmen im weiteren Verlauf selbst zu tragen haben. Es ist davon auszugehen, dass eine Erstberatung hier ähnlich einer Energieberatung, also eines „Checks“ abläuft, der jedoch noch keine positiven Effekte für das Unternehmen haben kann. Es wäre daher zu überlegen, ob ein „Check“ auf Digitalisierung gleichzeitig zur Bestandserhebung genutzt werden kann. Im Bereich der Erstberatung (siehe SWOT-Analyse und Machbarkeitsstudie) ist von einer hohen Annahme durch die Unternehmen nur dann auszugehen, wenn diese für das Unternehmen kostenneutral ist. Insbesondere in dem komplexen Umfeld der Industrie 4.0, in dem für jedes einzelne Unternehmen die Vorteile noch nicht eindeutig messbar sind, ist hier eine Aufwendung seitens der Unternehmen nicht zu erwarten.

Die CO₂ Einsparung, sowie Verbesserung des Energieverbrauchs von Produktionsstätten sind Zielsetzungen des produzierenden Gewerbes. Mit Einführung der Digitalisierung des Produktionsstandortes und der Vernetzung der Maschinen und Anlagen innerhalb von Gebäuden wird es möglich, die Produktion zu individualisieren und gleichzeitig einen Beitrag zu einer höheren Ressourcen- und Energieeffizienz zu leisten.

Derzeit ist kein hessisches Förderprogramm bekannt, welches insbesondere im Hinblick auf die energetische Optimierung von Produktionsstätten eine ganzheitliche Beratung finanziert und anbietet.

9.5 Capacity Building

Die Einführung von Industrie 4.0 erfordert eine Einbeziehung in die Unternehmensplanung bei sich gleichzeitig stetig verändernden Märkten. Kernelement ist die konkrete Ausgestaltung des Themas für die Unternehmen. Die Herangehensweise und Unterstützungsmaßnahmen dürfen den laufenden Betrieb nicht beeinträchtigen und sollen in kürzester Zeit wesentliche Verbesserungen durch Einsparungen, Optimierung, Qualitätsverbesserung oder sogar Geschäftsfelderweiterung bieten. Konkret bedeutet dies für Bestandsunternehmen, dass eine Umstellung der Abläufe und Investitionen geplant und schrittweise umgesetzt werden muss. Von Beginn an muss hier entlang der bestehenden Wertschöpfungskette gedacht werden. So kann zwar ein einzelnes Unternehmen bereits die Produktion umstellen, jedoch können besondere Effekte entstehen, wenn die Zulieferer, Rohstoffhändler, Logistikunternehmen oder auch die Facharbeiter diese Prozesse mit stützen oder ggfs. in Zusammenarbeit die eigenen Leistungen mit umstellen.

Capacity Building umfasst in erster Linie die Bereiche Aufbau von Know-how (Aus- und Weiterbildung), Erfahrungsaustausch und Veranschaulichung (anhand von Beispielprojekten und Lernfabriken). Wichtig ist in diesem Kontext die Einbeziehung externer Akteure und Partner zur Initiierung und Umsetzung von Maßnahmen. Dies erhöht letztendlich die Akzeptanz neuer Prozesse und Angebote.

9.5.1 Berufliche Bildung und Fachkräfteaufbau

Ein wesentlicher Faktor wird künftig die Fachkräftesicherung sein. Hierbei werden neue Arbeitsmodelle, die die Vereinbarkeit von Familie und Beruf stützen, entscheidenden Einfluss haben. So können durch

Industrie 4.0 Wissensmitarbeiter stärker denn je von zu Hause aus oder als Selbstständige die Produktion überwachen und neue Produkte entwerfen. Gute Umfeldbedingungen für Work-Life-Balance Konzepte steigern Produktivität und Attraktivität des Wirtschaftsstandorts Hessen und führen so zu einer langfristigen Ansiedlungspolitik.

Die Fachkräftesicherung beginnt hierbei nicht nur im Betrieb oder an der Hochschule. Die ersten Konzepte für ein Telekommunikationszusatzmodul an Berufsschulen werden bereits in Sachsen-Anhalt als interregionales Projekt mit polnischen Schulen getestet. Weitere Konzepte, die bereits in der Sekundarstufe II beginnen und Projekte mit Fachoberschulen werden derzeit in verschiedenen Bundesländern erarbeitet.

Ergänzend zu den bereits genannten Maßnahmen wie Anpassung der Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten sowie Unterstützung bei der Planung der Umstellung sind Schulungen und Seminare ggfs. in Zusammenarbeit mit Bildungsträgern und IHKs zu organisieren. Die Freistellung der Seminarteilnehmer durch ihre Unternehmen kann als Finanzierungsanteil der Bildungsträger angerechnet werden. Diese und ähnliche Modelle sollten bei der Aufstellung von Angeboten stützen können.

Die berufspraktische Ausbildung sollte in Zusammenarbeit mit dem ZVEH und dem ZVEI diskutiert und erprobt werden, um hier die Möglichkeit eines niedrigschwelligen Angebots für Fachkräfte in Unternehmen zu erarbeiten. Hier ist insbesondere die Möglichkeit von Berufsbildungsprogrammen durch den ESF zu prüfen (Möglichkeit von Umschulungsmaßnahmen, sowie Fort und Weiterbildung). Im Zusammenhang mit Programmen der Arbeitsagenturen sind auch Maßnahmen für technische Berufe wie z.B. die Schulung von IT-Administratoren auf IPV6 in Form verkürzter Ausbildungen und Reintegrationsmaßnahmen denkbar. Darüber hinaus ist zu prüfen, inwiefern transnationale ESF Projekte z.B. über Fachkräftekooperationen etc. genutzt werden können.

Das Innovationsassistentenprogramm kann insbesondere in Zusammenhang mit gut ausgebildeten Fachkräften der Hochschulen eingesetzt werden. Hier sollte gemeinsam mit den hessischen Hochschulen ein Netzwerk für Nachwuchskräfte für IKT im produzierenden Gewerbe ausgestaltet werden.

Ein wesentlicher Treiber für die Steuerung von Anlagen und Systemen ist neben den Sensoren, die hierfür notwendig sind, die absolute Vernetzung der Produktionsstätte im Inneren sowie auch Extern. Die Umstellung der IP-Adressen von derzeit IP V4 auf IP V6 und damit einer nahezu unbegrenzten Möglichkeit der Ansteuerung von Anlagen und Maschinen stellt die IT-Administratoren von kleinen und mittleren Unternehmen vor eine massive Herausforderung.

Die Anforderungen an den Datenschutz und die Datensicherheit müssen in funktionaler Weise in Einklang gebracht werden. Derzeit sind nur wenige Systemhäuser und Prozessberater vorhanden, die mit der komplexen technologischen Umstellung und der Ausrichtung auf die neuen Formen der internetbasierten Zusammenarbeit umgehen können. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass die IT-Abteilungen der Unternehmen unterbesetzt sind. Dies und der bisher fehlende (bzw. noch nicht erkannte) Bedarf können als Hauptgrund für die bisher nur schleppend verlaufende Umrüstung auf IP V6 in den Unternehmen identifiziert werden.

Über berufsbegleitende Weiterbildungsangebote, Wochenendseminare und Abendveranstaltungen zu konkreten Themenbereichen (z.B. Umstellung auf IP V 6, Workflow Management Systeme usw.) können positive Impulse gesetzt werden. Auch hier kann das Partnerschaftsprinzip Wirkung zeigen. Insbesondere die Zusammenarbeit mit den IHKs, dem ZVEI und den Mittelstandsvereinigungen sowie der Agentur für Arbeit und regionalen Bildungsanbietern sollten daher forciert werden.

Die TU Darmstadt baut für den Bereich der Prozessoptimierung ein Beratungsangebot auf. Seitens der Unternehmen wird „Wissenschaft“ im Allgemeinen jedoch als zu wenig praxisorientiert wahrgenommen. Außerdem kann die TU Darmstadt nicht die Kapazitäten aufbringen, um eine flächige Beratung anzubie-

ten. Eine durch die Unternehmen selbst finanzierte Beratung muss letztlich direkte Mehrwerte bieten. Die Qualifikation der Berater und auch Kundenbetreuer der kleinen und mittleren Unternehmen wird die Geschwindigkeit und die Kosten der Umstellung massiv beeinflussen und letztlich die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen bedingen. Es ist davon auszugehen, dass zunächst eine Ausbildung für Multiplikatoren stattfinden muss und somit die Maßnahmen, die in 2015 beginnen, erst in 2016 greifen können. Hier gilt es, ein Netzwerk zu etablieren und ein systemisches Beratungsangebot flächendeckend auszuweiten.

Neben dem Aufbau berufsbegleitender Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen und in Zusammenarbeit mit Unternehmen und Systemherstellern kann für eine erfolgreiche Umsetzung der Bildungsangebote eine hessenweite Weiterbildungsoffensive entworfen und implementiert werden. So gehört beispielsweise die Ausbildung zum Cisco Certified Network Professionell (ein Abschluss an der CISCO Academy) noch immer zu den renommiertesten, nebenberuflichen Abschlüssen für IT-Administratoren. Über die Zusammenarbeit mit Bildungsanbietern kann auch der Grundsatz der Technologie- und Anbieterneutralität gewahrt werden. Die Gründung von Ausbildungsverbänden und die Anstellung eines Spezialisten für mehrere Unternehmen einer Wertschöpfungskette sind ebenfalls denkbare Lösungsansätze für mehr IT-Know-how und -Ressourcen in den Unternehmen. Hier muss frühzeitig die Initiative ergriffen werden, um vorausschauend den Aufbau notwendiger Kompetenzen zu ermöglichen.

9.5.2 Erfahrungsaustausch (Unternehmerstammtisch)

Ein wesentlicher Faktor zur Beschleunigung der Umsetzung von Industrie 4.0 ist der Erfahrungsaustausch. Unternehmen, die eine Umstellung überlegen, neue Investitionen tätigen oder grundsätzlich im Bereich der Digitalisierung arbeiten, sollten sich zu lokalen Unternehmerstammtischen zusammenfinden können. Diese könnten von den regionalen Wirtschaftsförderern, IHKs und Kammern regelmäßig lokale Treffen organisiert werden. Diese Unternehmerstammtische sollten neben dem Austausch von Best practices auch eine Problematisierung der Umstellungsfragen aufnehmen und Wissenswertes z.B. über Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten enthalten. Dass es wichtig ist, gute Beispiele bekannt zu machen, zeigen auch die Antworten der befragten Unternehmen: Jedes fünfte gab an, von Praxisbeispielen lernen und profitieren zu können und mehr Informationen zu konkreten Umsetzungsbeispielen erhalten zu wollen.

Das Design der maximal zweistündigen Veranstaltung sollte immer einen Keynote-Speaker sowie einen informellen Teil zum Austausch enthalten. Zu überlegen ist, ob die Keynote-Speaker und Themen vorgegeben bzw. aus einer Liste ausgewählt werden können. Die Organisation sollte durch die regionalen/lokalen Wirtschaftsförderer übernommen werden. Im Rahmen einer Informations- und Vernetzungsoffensive könnte alternativ auch ein externer Auftrag vergeben werden.

9.5.3 Lernfabrik (als Showroom)

Eine erste Entscheidungshilfe, die Möglichkeiten und Grenzen der Industrie 4.0 aufzeigt, ist die Nutzung eines Showrooms. Eine „künstliche“ oder auch „virtuelle“ Fabrik, in der die Umsetzungsmöglichkeiten und Vorteile erlebt werden können. Hierfür gibt es in anderen Bundesländern bereits gut funktionierende Beispiele, die in Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft auch in Hessen umgesetzt werden könnten. So gibt es z.B. auf dem Campus der Technischen Universität (TU) Chemnitz seit Mai 2014 die „E³-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion“. Neben dem Fraunhofer IWU und der TU Chemnitz sind auch Industriepartner an diesem Projekt beteiligt. E³ steht für die Entwicklung neuer Maschinen, Technologien und Prozesse, die helfen, Energie und Ressourcen einzusparen, eine emissionsneutrale Fabrik zu gestalten und die Einbindung des Menschen. Nach dem Motto „Maximale Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz“ steht die Erarbeitung von Technologien

und Prozessen im Fokus, um energie- und ressourceneffiziente Produktionstechnik zu einem Wettbewerbsvorteil für die deutsche Industrie auszubauen. In Hessen bestehen z.B. mit der ETA-Fabrik, der energieeffizienten Modellfabrik der Zukunft an der TU Darmstadt, bereits ähnliche Ansätze, die gleichzeitig auch den Aufbau von Know-how beinhalten. Gleiches gilt für die ebenfalls an der TU Darmstadt beheimatete „Effiziente Fabrik 4.0“.

In Sachsen-Anhalt erfolgt eine strategische Entwicklung der Wissensbasis auf der Clusterebene in Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft. So können die Unternehmens- und Innovationskultur im Land gezielt gestärkt werden. Auch in Hessen gibt es eine sehr starke und weit verzweigte Cluster-Kultur, die genutzt werden könnte. Es ist zu prüfen, inwiefern derartige Ansätze schnell und synergetisch auf das Thema Industrie 4.0 in Hessen ausgeweitet werden können.

10 Handlungsempfehlungen für eine stärkere Etablierung des Themas Industrie 4.0 in Hessen

Die im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Umfragen und Interviews haben gezeigt, dass momentan nur ein kleiner Teil der hessischen Unternehmen Industrie 4.0 Anwendungen für interne Prozesse oder in der Zusammenarbeit mit Zulieferern nutzt. Infolgedessen ist davon auszugehen, dass Akteure in Hessen zumindest punktuell mit dem Thema Industrie 4.0 in Kontakt kamen oder Aufgaben haben, die mit diesem Thema in Verbindung stehen. Aufgrund der Rückmeldungen aus der Wirtschaft, von Verbänden und weiteren Akteuren während der Interviews und in Netzwerkberatungen wird ein stärkeres Engagement der politischen Entscheider, vor allem aber der hessischen Wirtschaft selbst, erwartet. Die Breite und Vielfältigkeit der Themen und Aufgaben lässt erwarten, dass dies nicht in Gänze zu leisten sein wird, jedoch kann die Steuerung der Aktivitäten auf diese Anforderungen angepasst werden. Die nachfolgenden Handlungsempfehlungen setzen einen hohen Vernetzungsgrad mit der Industrie im Rahmen der Leitlinie für eine Industrielle Revolution in Hessen voraus. Diese Empfehlungen sind nicht abschließend, sollen jedoch einen ersten Anhaltspunkt für zukünftige, zielgerichtete Maßnahmen darstellen.

10.1 Organisatorische Maßnahmen für die Etablierung von Industrie 4.0 in Hessen

Ein Zukunftsprojekt wie die Digitalisierungsstrategie Hessens und die Ausrichtung des Wirtschaftsstandorts Hessen auf Industrie 4.0, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der effizienten Nutzung von Ressourcen und der Herausforderungen des Energiemarktes, setzt ein zielgerichtetes Handeln und eine starke Integration des Themas in allen Bereichen voraus. Dies bedingt einen starken organisatorischen Rückhalt auf allen Ebenen. Letztlich muss ein solches Projekt „Chefsache“ sein. Die dabei zu entfaltende Schlagkraft kann nur entstehen, wenn die grundlegende systemische Zusammenarbeit auch in diesem Bereich gegeben ist. Daher werden folgende Maßnahmen empfohlen:

10.1.1 Abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe beim Ministerbüro einrichten

Mit der hessischen Innovationsstrategie 2020 und der Fortschreibung der NGA-Strategie zielt Hessen in die richtige Richtung und gestaltet notwendige Rahmenbedingungen. In Bezug auf Industrie 4.0 sollten diese strategischen Überlegungen in einer Leitlinie (Roadmap) detailliert und mit konkreten Maßnahmen hinterlegt werden. Dies kann nur im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung geschehen und erfordert einen interdisziplinären Ansatz. Die Bündelung der Kräfte muss zu differenzierten Lastenheften für einzelne Einheiten und Akteure führen. Dieser Prozess sollte von einem externen Monitoring und regelmäßigen Strategieworkshops zur Prüfung der Ausrichtung flankiert werden. Zu prüfen ist insbesondere, ob die bisherigen Strategien und Planungen auf die Erfordernisse von Industrie 4.0 eingehen bzw. diese mit bedenken. Bei der Durchsicht der öffentlichen Dokumente ist dies nicht erkennbar. In Abstimmung mit den verantwortlichen Akteuren ist der Beitrag zur Strategie Industrie 4.0 in Hessen zu prüfen und ggfs. anzupassen.

Von der Ausrichtung des Landes zum Thema Industrie 4.0 sind die Zuständigkeiten diverser Fachbereiche betroffen. Hier ist der Abgleich der Aktivitäten der Abteilungen und Referate des Ministeriums notwendig, um die Ausrichtung zu bestimmen, aber auch Synergien in den Bestandsaktivitäten zu nutzen. Dazu sollte

eine abteilungsübergreifenden Arbeitsgruppe eingerichtet werden, die Promotoren, die die Aktivitäten übergreifend ausrichten und lenken, maßgeblich unterstützt. Ergänzend sollten innerhalb der Abteilungen die Umsetzungspläne und Ausrichtungen der Arbeiten auf die mögliche Unterstützung des Themas geprüft werden. Ggfs. ist ein externes Monitoring notwendig. Die Abteilung IV (Außenwirtschaft, Mittelstand, Berufliche Bildung, Technologie) hat hier bereits die ersten Abstimmungen vorgenommen; dies gilt es zu vertiefen.

Die abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe sollte beim Ministerbüro angesiedelt werden und einen auf Dauer zuständigen Koordinator erhalten, um die Bedeutung des Themas herauszustellen und auch den anderen Referaten die Möglichkeit zu geben, im Kontext ihrer ressortspezifischen Aufgaben das Thema Industrie 4.0 zu behandeln. Um intraministerielle Prozesse zu verstetigen ist z.B. eine fest etablierte, vierteljährliche Beratungs- und Koordinationsrunde denkbar, in der alle beteiligten Referate dem Koordinator der Arbeitsgruppe sowie den anderen Referaten über Planungen, Aktivitäten und Ergebnisse berichten. Dies dient einerseits einer hohen Transparenz der Aktivitäten, andererseits kann dem Thema Industrie 4.0 so ausreichend Raum und eine entsprechende Sichtbarkeit gegeben werden.

Da Industrie 4.0 durch einen ganzheitlichen Ansatz besticht, ist hier im Sinne der Wertschöpfungskette und der Ausrichtung Hessens im Wesentlichen die Entwicklung neuer Folgetechnologien auf der Produktionsebene – z.B. dezentrale Erstellung von Gütern – sowie die kleinteilige und hohe Spezialisierung der KMU im Vordergrund zu sehen. Wesentlich sind auch die Ressourceneinsparung und die individualisierte Verwendung: Nachhaltige Produktion steht hier als Schlagwort im Raum. Die Einrichtung einer speziellen Arbeitsgruppe, die direkt in der Leitungsebene angesiedelt ist und ihr daher auch direkt berichtet, ist in der Außenwahrnehmung ein wesentlicher Schritt. Sie sollte vor allem die interne Kommunikation strukturieren und die politischen Überlegungen für gezielte Aktivitäten in Hessen verfügbar machen.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Grundsatzentscheid zur Einrichtung einer abteilungsübergreifenden Arbeitsgruppe
- Erstellung eines Arbeitsplans (Roadmap) mit Zeit- und Zielvorgaben durch den Koordinator
- vierteljährliche Beratungs- und Koordinationsrunden
- Einbindung in hausinternes Monitoring/Berichtswesen und Erstellen regelmäßiger Monitoringberichte

10.1.2 Entscheidungsgrundlagen schaffen

Für die Erstellung der vorliegenden Studie wurden Daten zu Entwicklung und zum Status Quo der Wirtschaft bei den IHKs und dem Statistischen Landesamt angefragt und im Rahmen der Möglichkeiten zugeliefert. Einige Analysen konnten jedoch nicht vorgenommen werden, da die relevanten Werte nicht erhoben werden oder nicht georeferenziert vorlagen. Insbesondere im Hinblick auf Langfristprognosen und die Weiterentwicklung von LEPs ist ein Indikatorensatz zu entwickeln, der hier einschlägige Auswertungen zulässt.

In diesem Zusammenhang sollten folgende Bereiche auf die Anwendbarkeit für Industrie 4.0 und damit verbundene Themenbereiche geprüft werden:

Insbesondere im Bereich der Datenerfassung und Pflege von Planungsinformationen sollte ein detaillierter Indikatorenkatalog und ggfs. auch eine Signaturen-Datenbank für die Auswertung in Geoinformationssystemen entwickelt werden, die gleichermaßen durch die Fachmitarbeiter der Kreise, der IHKs und ggfs. auch der Katasterverwaltung erstellt werden. Hierbei ist auch eine Folgenabschätzung in Verbindung mit

den Einflüssen des demografischen Wandels und der Fachkräfteausbildung, sowie der Siedlungspolitik zu überlegen.

Diese Punkte sind für eine weitere Analyse der Entwicklungen relevant, aber auch für die Planung zielgerichteter Aktivitäten auf regionaler Ebene. Da Industrie 4.0 nur gelingen kann, wenn die Unternehmen einen Zugang zum Thema erhalten, bieten Kenntnisse über die regionale Unternehmensstruktur einen wesentlichen Wissensvorsprung. Bisher wurden noch keine, auf die Digitalisierung fokussierte, Marktbeobachtungen in den relevanten Branchen vorgenommen.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Fachstatistische Auswertungen und Analysen insbesondere in den Bereichen Wirtschafts- und Bevölkerungsstatistik,
- Vorhalten und Veröffentlichen anonymisierter Gewerbedaten für verschiedene räumliche Ebenen,
- Sozialökonomische Analysen für Teilräume des Landes (insbesondere für Kreise).

10.1.3 Gemeinsame „Aktionsplattform Industrie 4.0“ einrichten

Die interne Schwerpunktsetzung und Organisation des Themenkomplexes Industrie 4.0 durch die Einrichtung einer auf Leitungsebene angesiedelten Arbeitsgruppe, muss durch organisatorische Maßnahmen auf der operationellen Ebene (außerhalb des Ministeriums) flankiert werden. Für den Erfolg des Projektes ist es wichtig, eine zentrale Koordinationsstelle zu etablieren. Die Breite des Themenfeldes, sowie die Vielzahl der Akteure bedingen in diesem Fall die Einrichtung einer gemeinsamen Geschäfts- und Koordinationsstelle „Aktionsplattform Industrie 4.0“.

Die Führung dieser Geschäftsstelle sollte nicht politisch motiviert sein, sondern maßgeblich von den Akteuren aus der Wirtschaft getragen werden. Die Finanzierung der Aktionsplattform sollte gemeinsam von Seiten der Wirtschaftsvertreter und des HMWEVL realisiert werden. Eine Kostenbeteiligung muss in diesem Fall konkrete Vorteile für die einzelnen Mitglieder schaffen – eine Aufgabe, die ebenfalls nur im Zusammenspiel mit Vertretern der Wirtschaft möglich ist.

Das bei der HTAI angesiedelte Projektbüro Intelligente Fabrik soll, wie bereits beschrieben, in erster Linie die Verbindung des HMWEVL / der HTAI mit der gemeinsamen Aktionsplattform bilden – es ist als ein Mitglied unter anderen zu sehen und soll die politischen Interessen vertreten. Hier wird eine enge Zusammenarbeit mit der oben beschriebenen abteilungsübergreifenden Arbeitsgruppe notwendig sein. Denkbar wäre der in Abbildung 7 skizzierte organisatorische Aufbau.

Die Aktionsplattform soll die verschiedenen Akteure zusammenführen, die sich in Hessen in der Unterstützung von Industrie 4.0 engagieren. Deren Aktivitäten sollen nicht ersetzt, sondern abgestimmt und ggf. durch gemeinsame Maßnahmen ergänzt werden.

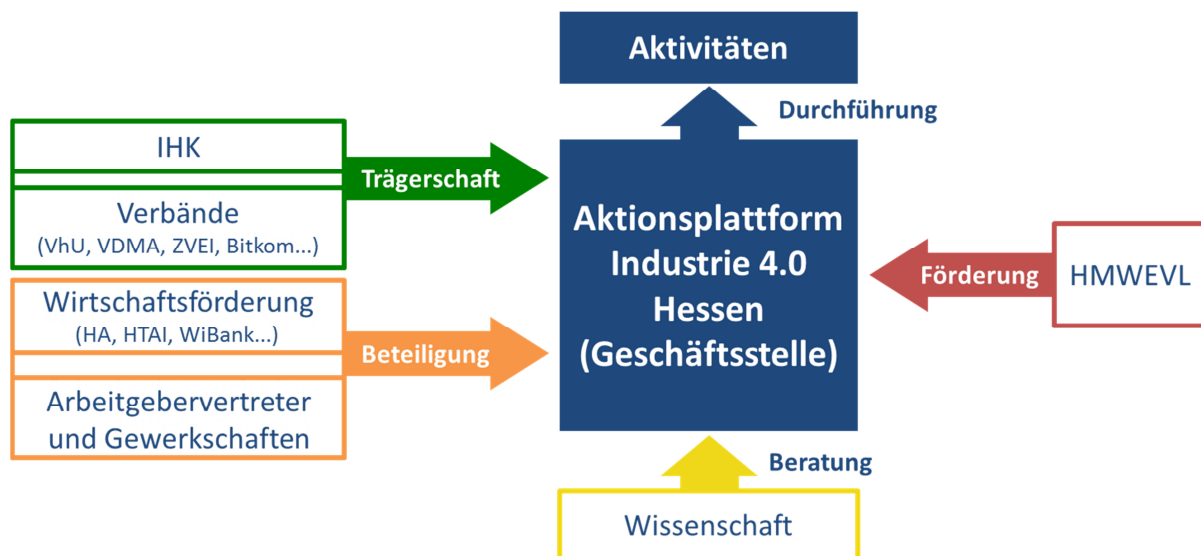


Abbildung 7: Aufbau der Gemeinsamen Geschäftsstelle „Aktionsplattform Industrie 4.0“

Neben der Koordinationsfunktion sind Öffentlichkeitsarbeit und Informationsmanagement sowie Förderung und Beratung notwendige Aufgaben, die von der gemeinsamen Aktionsplattform übernommen werden sollten. Die Aktionsplattform sollte erster Ansprechpartner intern wie auch extern sein und die Aktivitäten bündeln sowie insbesondere Netzwerkarbeit leisten. Interessierte Unternehmen sollten hier eine Erstberatung und Vermittlung erhalten und Möglichkeiten der Förderung und Finanzierung vermittelt bekommen. Die einzurichtenden Arbeitsgruppen mit Netzwerkpartnern sind hier vorzubereiten und nachzuhalten und Marketing und Öffentlichkeitsarbeit zu begleiten. Auch die Pflege eines Industrie-Portals und die weitere Ausgestaltung gehören hier zum Aufgabenportfolio.

Es ist derzeit davon auszugehen, dass der Aufbau entsprechender Netzwerke und Arbeitsgruppen sowie die Öffentlichkeitsarbeit und Begleitung von Aufträgen und Studien umfangreiche Ressourcen verlangen. Grundsätzlich sollten diese Funktionen durch Mitarbeiter mit Erfahrungen aus der Wirtschaft besetzt werden. Die Einbindung der HTAI über das Projektbüro Intelligente Fabrik schafft Möglichkeiten der Synergie zwischen den Technologielinien, der Investitionsförderung und dem Breitbandbereich. Um eine Geschäftsstelle einzurichten sollten mindestens die Funktionen:

- Netzwerkkordinator
- Referent Öffentlichkeitsarbeit
- Assistenz

vorhanden sein. Sehr gute Fremdsprachenkenntnisse (mind. englisch) sollten für diese Mitarbeiter zur Grundqualifikation gehören. Darüber hinaus sollten Budgets für Fremdvergaben vorgehalten werden (z.B. für Studien, Veranstaltungen, Materialien) und Kooperationen z.B. mit der Bundes-Geschäftsstelle in Frankfurt am Main verstetigt werden. Die Einrichtung einer Geschäftsstelle sollte mind. für einen Zeitraum von zwei Jahren und fortlaufend mit einem Horizont auf 5 Jahre angelegt sein. Ggfs. entsteht hieraus eine Daueraufgabe, daher wird eine regelmäßige Evaluation empfohlen. Die Geschäftsstelle sollte einen jährlichen Aktivitätsbericht erstellen, der zur Veröffentlichung geeignet ist.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Grundsatzentscheid und Finanzierungsprüfung zur Einrichtung einer (dauerhaften) gemeinsamen Geschäftsstelle „Aktionsplattform Industrie 4.0“
- Entwicklung eines Grundkonzepts zu Aktivitäten und Aufgaben mit den potenziellen Trägern aus der Wirtschaft
- physische und organisatorische Einrichtung der Geschäftsstelle

10.1.4 Industrie 4.0 in der Region

Die Autonomie der Produktion ist ein wesentlicher Faktor für die Leistung der kleinen und mittleren Unternehmen. Die digitale Infrastruktur, energetische Versorgung, Verkehrswege und Logistik, ebenso wie Umwelteinflüsse sind hier immer im regionalen Kreislauf zu betrachten. Eine ganzheitliche Betrachtung der Region im Bereich der Infrastruktur aber auch in Bezug auf die regionale Wertschöpfung ist essenziell.

Ergänzend ist zu beachten, dass die gemeinsame Metropolregion Rhein-Neckar eine Möglichkeit der gemeinsamen Ausgestaltung als Zukunftsstandort für vernetzte und digitalisierte Produktion mit Baden-Württemberg sein kann. Die Konkurrenzbeobachtungen der Studie haben ergeben, dass Baden-Württemberg intensiv und frühzeitig begonnen hat, das Thema Industrie 4.0 zu adressieren. Durch die Konzentration gemeinsamer Aktivitäten in der Metropolregion kann ein ausgleichendes Gewicht geschaffen werden. Es sollte im Interesse Hessens sein, die Aktivitäten der Metropolregion Rhein-Neckar in Abstimmung mit Baden-Württemberg in Richtung Industrie 4.0 zu lenken. Hierbei ist die Konzentration der Aktivitäten Baden-Württembergs ebenfalls erforderlich und kann einen Mehrwert für die hessische Entwicklung schaffen.

Auch im Rahmen des Regionalmanagements und durch die regionalen Wirtschaftsförderer könnten die Aktivitäten neu ausgerichtet werden und der Zielsetzung dienen. Die Regionalmanager und Wirtschaftsförderer sollten die Hintergründe des Ansatzes „Industrie 4.0“ kennen und insbesondere in Bezug auf die kleinen und mittleren Unternehmen als Informationsschnittstelle dienen.

Ebenfalls im Bereich des Regionalmarketings und der regionalen Wirtschaftsförderung sind die Möglichkeiten durch „Co-Branding“ oder durch die Ausrichtung der Marketingaktivitäten im Bereich Industrie 4.0 als Chance für die hessischen Regionen und das Land zu sehen.

Im Bereich Innovationsförderung und Technologietransfer ist die Einbindung von der Wissenschaft in die Wirtschaft ein wichtiger Erfolgsfaktor. Auch hier soll bei weiteren F&E-Aktivitäten Industrie 4.0 eine höhere Bedeutung gewinnen. Das Regionalmanagement und die regionalen Wirtschaftsförderer können hier als Kommunikatoren und ergänzende Schnittstellen dienen. Gleiches gilt für die Weiterbildungsaktivitäten. Insofern wird eine regelmäßige Information und Diskussion im Sinne einer Einplanungsbesprechung mit den Regionalmanagern und Wirtschaftsförderern sowie eine thematische Ausrichtung der Förderung und Finanzierung des Regionalmanagements vorgeschlagen.

Bei der künftigen Anpassung der Regionalen Entwicklungskonzepte (REKs) sollte die Zukunftsfähigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen im Sinne einer hessischen Definition des Begriffs „Industrie 4.0“ als Prüfpunkt definiert sein (vgl. hierzu auch die Diskussion zu Definition und Begriffsfindung in Kapitel 4).

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Weiterbildungsaktivitäten und Information durch Regionalmanager und regionale Wirtschaftsförderer
- Regionalmanagement und regionale Wirtschaftsförderung mit thematischer Ausrichtung auf Industrie 4.0
- Anpassung Regionale Entwicklungskonzepte

10.1.5 Überregional investieren (Netzwerkarbeit)

Trotz der bereits angestoßenen Aktivitäten wird Hessen im Kontext Industrie 4.0 kaum wahrgenommen. Die Netzwerkarbeit, die hier im Bereich anderer Technologiefelder stattgefunden hat, wie z.B. Nanotechnologie oder Breitband, ist für den Themenkomplex Industrie 4.0 noch aufzubauen. Derzeit sind weder die Vertretung in einschlägigen Gremien, noch andere Aktivitäten auf Bundes- oder europäischer Ebene bekannt. Die Vernetzung Hessens ist hier bisher nicht besonders stark wahrnehmbar. Auch in Arbeitsgruppen und der entsprechenden (inoffiziellen) Gemeinschaft zum Thema wird Hessen nicht wahrgenommen. Oft sind in übergeordneten Aktivitäten bis auf wenige Ausnahmen Vertreter aus Hessen nicht nach außen wahrnehmbar involviert. Das Themenfeld und auch die Diskussion zur Umsetzung sind jedoch nicht neu. Auch wenn das Schlagwort „Industrie 4.0“ eine Hochphase hat, so ist der Gesamtrahmen bereits mittel- und langfristig angelegt. Hessen muss sich hier zeitnah einbringen, um überhaupt noch für Leitprojekte z.B. des Bundes oder als Standortpartner für europäische oder internationale Organisationen federführende Aktivitäten übernehmen zu können. Eine Positionierung ist zwar noch möglich, fordert jedoch eine Konzentration der Ressourcen und ein schnelles Handeln. Die Etablierung und Verstetigung der Netzwerkarbeit wird eine der wesentlichen Aufgaben der Geschäftsstelle sein und sollte bei der Planung der Ressourcen Beachtung finden.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Bestimmung eines verantwortlichen (ggf. ministerialen) Vertreters für die Netzwerkarbeit auf EU- und Bundesebene
- Erstellung einer Stakeholder-Analyse und eines Profils mit Schwerpunktsetzung für Hessen
- Multiplikatorenansprache und Einbindung in die Netzwerke /ggfs. Antragstellung von EU-Netzwerkprojekten
- Erstellung von Informationsmaterialien

10.2 Außenwirtschaft und Standortmarketing

Diese Studie und die mit ihr verbundenen Analysen zeigen auf, dass Hessen gute Voraussetzungen für die Umsetzung und Weiterentwicklung des Themenfeldes Industrie 4.0 hat und dass bereits eine Vielzahl an kontextbezogenen Aktivitäten stattfindet. Die Wissenschaft ist bereits auf das Thema eingestellt und einige Unternehmen können als „Hidden Champions“ bezeichnet werden. Viele der Maßnahmen und das Thema Industrie 4.0 sind jedoch nur für Interessierte transparent. Um eine Breitenwirkung im eigenen Land, aber auch Industrie 4.0 als Standortfaktor nach außen zu kommunizieren, müssen die Aktivitäten transparenter werden. Die nach innen wirkenden Maßnahmen müssen hierbei stark von Netzwerkarbeit und der Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand und Unternehmen bzw. ihren Verbänden geprägt sein. Hier gilt es, durch Gemeinschaftsaktionen einen fachlichen Mehrwert zu erzeugen sowie Überzeu-

gungsarbeit zu leisten. Die Kommunikation des Landes als Wirtschaftsstandort sollte über die Landesgrenzen hinweg sowie europäisch und international wirken können. Hier sind die Synergien mit der internationalen Drehscheibe Frankfurt am Main stärker zu nutzen. Für Hessen heißt es „be smart“; auch in Sachen Öffentlichkeitsarbeit ist der Vernetzungsgrad noch zu gering und zu diversifiziert. In Bezug auf das regionale Standortmarketing sind hier Synergien zu knüpfen – die Durchführung einer Kampagne „Hessische Wirtschaft Digital“ und weitere Möglichkeiten der Außendarstellung sollten überprüft werden.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Kommunikation verstärken
- Synergien knüpfen und nutzen
- Vernetzungsgrad erhöhen und diversifizieren
- Durchführung einer Kampagne „Hessische Wirtschaft Digital“
- Einführung einer Kategorie „Industrie 4.0“ im Wettbewerb Hessen-Champions
- Schaffung eines Gütesiegels Industrie 4.0 Unternehmen

10.2.1 Internationale und nationale Ausrichtung

Die Aufstellung Hessens als federführenden Akteur auf dem Gebiet und als Standort für Unternehmen im „richtigen Umfeld“ ist auch von der überregionalen Darstellung abhängig. Wie bereits oben beschrieben, ist Hessen bereits heute mit wesentlichen Vorteilen als Industriestandort ausgestattet. Die Vermarktung Hessens als Industrie 4.0 Know-how-Träger im europäischen und internationalen Ausland ist zu verstärken und kann als Ansiedlungsstrategie genutzt werden. Hierunter fallen internationale Marketingkonzepte, aber auch die Anbahnung von Unternehmenskooperationen. Insbesondere die Förderung der Zusammenarbeit in Form von Kontaktmanagement (siehe als Beispiel „Port of Holland“) ist mittelfristig erfolgreich.

Hier gilt es, ein international ausgerichtetes Marketing-Konzept auszuarbeiten bzw. bestehende Konzepte zu stärken und zu präzisieren. Eine Präsenz auf einschlägigen weltweiten Messen, Aktionen am internationalen Flughafen und Mehrsprachigkeit in den Publikationen sollten in diesem Zusammenhang selbstverständlich sein. Die hessische Wirtschaft und im Besonderen die spezialisierten produzierenden Unternehmen können, soweit sie wesentliche Schritte der Digitalisierung der Produktion vorgenommen haben, besonders im Ausland neue Absatzmärkte nutzen. Die Präsenz auf Veranstaltungen und Messen z.B. in Form von Gemeinschaftsständen ist hier eine Möglichkeit, Hessen als Standort zu bewerben. Hier sollten Chancen genutzt und neu geschaffen werden. Die Vernetzung bei Staatsbesuchen und die Darstellung von „Zukunftsunternehmen“ aus Hessen werden vorausgesetzt. Insbesondere die Vernetzung und Bereitstellung der richtigen Ansprechpartner, verbunden mit einer Verbindlichkeit in den Zusagen sind notwendig bei der Ansprache von überregionalen Investoren und Unternehmen. Bisher nutzt Hessen das eigene Potenzial nicht optimal aus. Es gilt mit zum Teil sehr geringen Aufwendungen und unter Einbeziehung von Multiplikatoren, Schlagkraft zu entwickeln. Es ist einerseits davon auszugehen, dass dies eine konzeptionelle Aufgabe ist, zum anderen wird die gezielte Schulung einzelner Mitarbeiter in Schlüsselpositionen in Fragestellungen der Außenpositionierung und proaktiven Projektentwicklung und Öffentlichkeitsarbeit notwendig sein. Ergänzend muss eine entsprechende Direktive der Leitung, verbunden mit einem „Change Management“, die interne Kommunikations- und Identifikationskultur verändern. So muss eine Koordinationsstelle eingerichtet werden, die mit hohem Vernetzungsgrad agieren kann.

Bisher hat Hessen in Innovationsfeldern wie z.B. den Nanotechnologien erste europäische Netzwerke aufbauen können. Bei der Implementation von Industrie 4.0 handelt es sich um ein gesamteuropäisches

Thema, in dem viele europäische Mitgliedsstaaten bereits heute Aktivitäten entfaltet haben. Hier gilt es, die bestehenden Netzwerke zu nutzen und im Hinblick auf Industrie 4.0 zu verstärken, Hessen überregional zu vermarkten und neue Ansätze aus dem europäischen Ausland aufzunehmen, zu transformieren und in Partnerschaften für die Wirtschaft und die Kommunen zu organisieren. Das auf regionale Entwicklung ausgerichtete Interreg-Programm ist hierfür besonders geeignet. Aus diesem Grund sollte positiv auf die Erstellung von Interreg-Anträgen zum Austausch (insbesondere im transnational ausgerichteten B-Programm) sowie zur europäischen Vermarktung als Standort (im Interreg Europe-Programm) hingewirkt werden. Ggfs. sind Unterstützungsgelder für Projektentwicklungen (sog. Seed-Money) zu ermöglichen, um die Aktivitäten in diesen Bereichen zu erweitern.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Ausarbeitung eines internationalen Profils/Marketing-Konzept
- INTERREG-Programme zur Vermarktung des Standortes nutzen
- Prüfung der Einrichtung eines Showrooms, ggf. didaktische Erweiterung der Effizienzfabrik 4.0 der TU Darmstadt

10.2.2 Industrie-Portal und Kompetenzatlas

Das Land Baden-Württemberg betreibt derzeit einen Kompetenzatlas Industrie 4.0, der vor allem Unternehmen und Organisationen aufzeigt, welche bereits Erfahrungen im Bereich Industrie 4.0 sammeln konnten oder dies in Zukunft machen wollen. Eine solche offizielle Auflistung gibt es für Hessen aktuell nicht, die relevanten Unternehmen agieren eher als Hidden-Champions, die sich in einzelnen Fällen noch nicht einmal darüber bewusst sind, Industrie 4.0 bereits umzusetzen. Die Aufnahme in einer Datenbank inkl. Visualisierung kann hier zusätzliches Bewusstsein und Aufmerksamkeit erzeugen. Besonders sinnvoll erscheint jedoch auch, die Unterstützungsstrukturen mit Raumbezug zu verdeutlichen. Es wird daher empfohlen, statt eines Kompetenzatlas ein Informationsportal mit geografischer Darstellung aufzubauen. Erste Überlegungen hierzu gibt es bereits in Zusammenarbeit mit der IHK Darmstadt.

Teil des Portals sollte eine Übersicht über die Beratungs- und Förderleistungen, aber auch relevante Kontaktadressen, Informationsmaterial, Leitfäden usw. sein. Die Darstellung von guten Beispielen und die Kontaktmöglichkeiten zu ausländischen Investoren und Kooperationspartnern sollten ebenfalls integriert sein. Das Portal sollte weiterhin eine umfassende Förderdatenbank enthalten sowie Angebote von privaten Unternehmen, die der Implementation von Industrie 4.0 dienlich sind.

Wesentlich bei der Erstellung eines Kompetenzatlas oder wie hier vorgeschlagen eines Portals ist die Betrachtung des Pflegeaufwands, der möglichst gering zu halten ist. Der Mehrwert des Atlas von Baden-Württemberg ist für die Unternehmen noch sehr gering. Es ist sinnvoll, diesen Ansatz zu prüfen und die Bedürfnisse Hessen anzupassen, um die Aktualität zu gewährleisten und den Pflegeaufwand einzugrenzen. Ergänzend sollte überlegt werden, durch einen Portaldienst Neuigkeiten auf der Seite einzubinden und so laufende Aktivitäten in Deutschland darzustellen, ohne hierfür zusätzliches Personal einsetzen zu müssen.

Der Aufbau eines Portals, welches übersichtlich und umfassend Informationen für die heimische Wirtschaft und Wissenschaft zur Verfügung stellt, wird als dringend notwendig angesehen. Darüber hinaus kann über ein derartiges Portal die überregionale Ansprache verbessert und die Aktivitäten des Landes dargestellt werden. Hierfür sollte zumindest eine englische Version integriert werden. Koordination und Aktivitäten müssen entsprechend hinterlegt werden (siehe hierzu auch organisatorische Empfehlungen).

Grundsätzlich muss sich ein Industrie 4.0-Portal für Hessen deutlich von anderen Angeboten abheben und entsprechend vermarktet werden. Eine „nicht konkurrenzfähige“ Version sollte nicht gestartet werden. Ggfs. kann durch Einbeziehung der Marketing-Experten der Großunternehmen eine Beteiligung geschaffen und so der Nutzungsgrad erhöht werden. Die Industrieplatzinitiative Hessen sollte ebenfalls eingebunden werden. Hier ist eine zielgerichtete und partnerschaftliche Netzwerkarbeit entscheidend.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Prüfen der prinzipiellen Realisierbarkeit und Finanzierung eines Internet-Portals bzw. Kompetenzatlas Industrie 4.0
- Erstellung eines Betriebs- und Pflegekonzeptes
- Launch des Portals inkl. Pressekonferenz

10.2.3 Multimediale Unterstützung (Videos, Social Media)

Komplexe Themen wie Industrie 4.0 sind oft nur schwer in wenige Worte oder Bilder zu fassen, um Interesse am Thema zu erzeugen. Während der durchgeführten Interviews und der online Umfrage wurden die Leitfäden des Landes als positive Hilfestellung für Interessierte eingeschätzt. Um Aufmerksamkeit zu erregen bedarf es einer direkten und kurzen Ansprache in geeignetem Rahmen und mit zielgruppengerechten Maßnahmen. Besonders bei der Zielgruppe der KMU müssen die Mehrwerte in kurzer Zeit vermittelt werden können. In einem Marketingplan (siehe Kapitel 10.2 zur strategischen Weiterentwicklung) sollten daher Multimedia-Inhalte eingebracht werden. So kann z.B. ein kurzer Videofilm in Zusammenarbeit mit der Wirtschaft das Thema darstellen und gleichzeitig praktische Anwendungen aufzeigen. Auch hier sollte die positive Wirkung mehrsprachiger Angebote berücksichtigt und die Partner aus der Wirtschaft einbezogen werden.

Als zielführende Maßnahme wird die Herstellung ein Imagefilmes „Hessen Industrie 4.0“ vorgeschlagen, in dem sich auch hessische Unternehmen darstellen können. Wichtig wäre hierbei eine Version als Starter für Konferenzen, sowie eine webfähige Version z.B. für einen YouTube-Channel. Die Finanzierung kann ggfs. auch durch Sponsorengelder (z.B. der teilnehmenden Unternehmen) unterstützt werden. In Kooperation mit Medienverlagen sind hier verschiedene Konzepte denkbar. Dies könnte eine Maßnahme der Aktionsplattform Industrie 4.0 Hessen sein.

Als wenig zielführend und schwierig in der täglichen Umsetzung wird die Nutzung von Social Media bewertet. Social Media sollte nur in Begleitung durch professionelle Agenturen eingesetzt werden, um eine Negativwirkung zu vermeiden. Sinnvoll kann es hingegen sein, wenn z.B. der Wirtschaftsminister in Beiträgen usw. gelegentlich auf das Thema und die Aktivitäten hinweist. Im viralen Marketing kommt es hierbei zumeist auch darauf an, Themen nur als Randpunkte zu erwähnen und nicht in den Hauptfokus zu legen, um letztlich hierdurch eine nachhaltige Wirkung zu erzielen.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Definieren einer Zielsetzung für weitgestreute und dauerhafte digitale Informationsangebote
- Prüfen der Umsetzbarkeit bzw. des Outsourcings von Social Media-Aktivitäten
- Erstellung und Pflege multimedialer Unterstützung

10.2.4 Leitfaden für eine schrittweise Migration in die Industrie 4.0

Die oben beschriebenen Herausforderungen zeigen bereits auf, dass die Implementation von CPS, die Umstellung auf IP V6 oder die Nutzung von Cloud Systemen nicht ad hoc umzusetzen ist. Die Unternehmen müssen im laufenden Betrieb ihre Prozesse verändern. Ein Beispiel hierfür ist die Anschaffung von Maschinen. Vor Ablauf der kalkulierten Maschinenlaufzeit und der entsprechenden Abschreibungen wird eine Maschine aller Voraussicht nach nicht ausgetauscht, auch nicht, wenn sie nicht „Industrie 4.0“ fähig ist. Daher ist eine konstruktive Umsetzungsplanung für die Unternehmen notwendig. Neben einer ersten Beratung gehören hier ein Migrationskonzept und eine erste Analyse, kurzfristig umsetzbarer Maßnahmen dazu. Bereits in den Interviews und auch in den Ergebnissen der Online-Umfrage war zu erkennen, dass Leitfäden seitens der Unternehmen als positives Instrument wahrgenommen werden. Um die Herangehensweise zu erleichtern und zu verdeutlichen, sollte ein erster Leitfaden erstellt werden, der die wesentlichen Fragen und ein schrittweises Vorgehen aufzeigt.

Die TU Darmstadt übernimmt bereits in einem weiteren Industrie 4.0 Projekt mit der Finanzierung des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung die Erarbeitung einer Studie, die nach eigenen Angaben einen entsprechenden Weg aufzeigen könnte. Es ist zwischen dem zuständigen Ressort und der TU Darmstadt der genaue Kontext und das mögliche Ergebnis bzw. die entsprechende Nutzbarkeit, als praktischer Handlungsleitfaden für Unternehmen zu prüfen. Ggfs. muss die Erstellung eines entsprechenden Leitfadens ergänzend in Angriff genommen werden.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Prüfung der Ergebnisse der Studienarbeiten der TU Darmstadt
- Neukonzeption oder ggfs. Aufbereitung der Ergebnisse der TU Darmstadt
- Erstellung eines Umsetzungsleitfadens Industrie 4.0 für Unternehmen

10.3 Empfehlungen für die thematischen Handlungsfelder

Neben allgemeinen Empfehlungen zur organisatorischen und strategischen Ausrichtung Hessens im Bereich Industrie 4.0 gibt es auch im Kontext der einzelnen in Kapitel 9 skizzierten thematischen Felder Handlungsbedarf. Im Folgenden werden die zum jetzigen Zeitpunkt identifizierbaren Empfehlungen genannt. Für jedes Handlungsfeld sind die Aktivitäten jedoch genau zu prüfen und individuell auszugestalten, so dass im Sinne der geplanten Zusammenarbeit in der abteilungsübergreifenden Arbeitsgruppe und der Aktionsplattform Industrie 4.0 eine zielgerichtete Strategieentwicklung und -umsetzung erfolgen kann.

10.3.1 Handlungsfeld Infrastruktur

Das Schaffen adäquater Infrastrukturen ist eines der Hauptthemen für die Erreichung der Industrie 4.0-Ziele in Hessen. Aber auch die Nutzung und Berücksichtigung von Industrie 4.0 für den Aufbau von Infrastrukturen ist ein notwendiger Schritt, auf dem ein Augenmerk liegen sollte. Handlungsempfehlungen für den Bereich Infrastrukturen umfassen daher die Bereiche Energie, Verkehr und Logistik, Breitband und Rechenzentren.

Generell sind alle Netze auf ihre Industrie 4.0-Fähigkeit zu prüfen sowie Pläne zu entwickeln, wie die Infrastrukturen auf die sich ändernden Anforderungen angepasst werden können. Technologiefolgeabschät-

zungen unterstützen diese Maßnahmen, in dem ein klareres Bild von den zu erwartenden Änderungen gezeichnet werden kann. Dies beinhaltet auch eine Prüfung der jeweiligen Kapazitäten sowie entsprechender Maßnahmen.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH ENERGIE:

- Regelmäßige Abstimmungen zwischen den Akteuren
- Verfügbarkeit der Netze prüfen
- Nachhaltige Planung im Netzausbau und Verlegung von Infrastrukturen
- Versorgungssicherheit für Breitbandverfügbarkeit sicherstellen
- Synergien im Netzausbau (energetisch) herstellen, um Kostenreduktion zu ermöglichen

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH VERKEHRSWEGE, LOGISTIK UND MOBILITÄT:

- Ausbau des Netzwerks
- Entwicklung eines Konzepts zur Veränderung der regionalen Infrastrukturen
- Entwicklung neuer Konzepte und Modelle für Logistik und Verkehr

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH BREITBAND:

- Backbone-Struktur Hessens auf Kapazitäten sowie flächendeckende Verfügbarkeit prüfen
- Anreize und Förderung für kleine und mittelständische Unternehmen schaffen
- Prüfung der Möglichkeiten von Gütesiegeln durch die zuständigen Referate und ggf. Umsetzung²⁰¹

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH RECHENZENTREN:

- Entwicklung eines innovativen Beratungsangebotes der Betreiber von Rechenzentren für Unternehmen
- Ausrichtung der Innovationsallianz Rechenzentren auf die Anforderungen der Industrie 4.0
- Prüfung der infrastrukturellen Anforderungen für Zentren und Unternehmen (Breitbandanbindung der Gewerbeunternehmen, der Rechenzentren, Bereitstellung unabhängiger Energieversorgung unter Einsatz erneuerbarer Energien)
- Prüfen der Optimierungspotenziale der Rechenzentren im Kontext der Digitalisierungsstrategie
- Prüfen der Finanzierbarkeit und des Bedarfs an Vergünstigungsangeboten (z.B. günstiger Speicherplatz, Kapazitäten) für Unternehmen und Entwickler von Industrie 4.0 Diensten
- Erstellung einer Roadmap für die Unterstützung der Rechenzentren und Maßnahmen in Zusammenarbeit mit der hessischen Wirtschaft
- Innovationsallianz Rechenzentren stärken und ein geeignetes Portfolio für Hessen erstellen

10.3.2 Handlungsfeld Ressourceneffizienz

Das Thema Ressourceneffizienz ist noch nicht ausreichend untersucht, die Wirkung von Industrie 4.0 auf den Effizienteren Einsatz von Personal, Material, Energie etc. ist noch nicht hinreichend mit Werten belegt. Hier gilt es, die Grundlagen zu schaffen, um für Anpassungsmaßnahmen im Bereich Industrie 4.0 eine breitere Akzeptanz zu schaffen. Forschung und Entwicklung müssen hier Hand in Hand mit der Wirtschaft als Umsetzungspartner agieren.

²⁰¹ Ab 1. Januar 2016 ist die Einführung von Gütesiegeln Pflicht, es ist allerdings zu prüfen, ob der Schwerpunkt für Hessen auf die Unternehmen (dann Zuständigkeit ggf. beim ZVEI) oder die Haushalte (dann Zuständigkeit ggf. bei HMWEVL/Breitband) gelegt werden soll.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN:

- Studie zu Ressourceneffizienzpotenzialen durch die Umsetzung von Industrie 4.0
- Bedeutung der Ressourceneffizienz in der Diskussion von Industrie 4.0 herausheben

10.3.3 Handlungsfeld Investitionen und Förderung

Um innerhalb der Unternehmen Anreize zur Umsetzung zu schaffen ist ein Kreditprogramm bzw. die Anpassung der bestehenden Programme z.B. der WIBank notwendig. Vereinfachte Zugänge zu Krediten für die Anschaffung zukunftsfähiger Maschinen, aber auch die Implementation von Kleinkrediten zur Umstellung auf IP V6 können hier wesentliche Beschleuniger sein. In Zusammenarbeit mit den Haus- und Privatbanken, sowie der Versicherungsbranche kann neben einem neuen Finanzierungsprodukt gleichzeitig die Werthaltigkeit der Investitionen abgesichert werden. So können ein Bewertungssystem sowie ein Beraternetzwerk installiert werden.

Tiefeninterviews, die Einberufung einer Arbeitsgruppe, sowie ggfs. die gezielte Ansprache in Zusammenarbeit mit der WIBank und der hessischen Landesbank zur Formulierung entsprechender Finanzprodukte (z.B. Mikrofinanzierungen) sollten kurzfristig zu einer Einschätzung weiterer Aktivitäten führen. Hierbei sind vor allem die Möglichkeiten der WIBank zu prüfen und die Zusammenarbeit mit den Hausbanken zu stärken. Überlegungen zur Umstellung von kleineren Produktionsstätten oder angepasste Unterstützungsleistungen unter zu Hilfenahme von Subventionen müssen geprüft und in Zusammenarbeit mit der Finanzwirtschaft entwickelt werden.

Auch der Bereich Förderung muss eingehender betrachtet und auf neue Bedarfe ausgerichtet werden. Die Umsetzung wird sich nicht allein durch eine erleichterte Kreditfinanzierung realisieren lassen sondern braucht in einigen Bereichen auch Anreizmechanismen in Form von Zuschüssen. Hier sind die bestehenden Programme eingehend zu prüfen und ggf. weiterzuentwickeln sowie Informationsangebote zu entwickeln.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH FINANZIERUNG:

- Einberufung eines Round Table „Investitionen in die Zukunft“
- Möglichkeiten der WIBank prüfen und ggf. die Zusammenarbeit mit den Hausbanken stärken
- Entwicklung neuer Unternehmensfinanzierungsangebote (Kreditprogramme) bzw. bestehende Programme auf Industrie 4.0 ausrichten und anpassen
- Verstärkte Nutzung nationaler und europäischer Förderprogramme befördern

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH FÖRDERUNG:

- Aufbau einer Fördermitteldatenbank für Industrie 4.0
- Regionalförderung, Clusterförderung und Kooperationsnetzwerke sollten im Hinblick auf Industrie 4.0 Ansätze neu ausgerichtet werden
- Prüfung eines Förderprogrammes für Machbarkeitsstudien (aufbauend auf Hessen-PIUS)

10.3.4 Handlungsfeld Capacity Building

Der Aufbau von Wissen und Know-how in den Unternehmen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Umsetzung von Industrie 4.0. Sowohl auf Entscheider- als auch Umsetzungsseite, sind Maßnahmen erforderlich, die den Einzelnen in die Lage versetzen, den neuen Anforderungen gerecht zu werden. Berufsbegleitende Aus- und Weiterbildungsprogramme sollten dabei so konzipiert werden, dass sie den Unter-

nehmen möglichst keine zusätzlichen Kosten verursachen – Arbeitsausfall und Teilnahmegebühren sollten daher möglichst vermieden werden. Hier geht es nicht nur darum, die einzelnen Arbeitnehmer und Unternehmen zu stärken, sondern den gesamten Wirtschaftsstandort Hessen nach vorn zu bringen.

Ein wesentliches Element ist auch die Schaffung von Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch auf regionaler Ebene. Zwar gibt es im Land immer wieder Veranstaltungen zum Thema Industrie 4.0, jedoch sollte es auch ein verstetigtes, regelmäßiges Angebot geben, das die Unternehmen in der Umsetzung begleitet und ein Forum bietet, nicht nur punktuell sondern auch im Prozess voneinander zu lernen. Unternehmerstammtische sind hierfür ein gutes Mittel.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH AUS- UND WEITERBILDUNG:

- Prüfung der bestehenden Bildungsangebote im Segment
- Abfrage der Bedarfe in Zusammenarbeit mit den IHKs
- Aufbau eines Bildungsnetzwerkes „Digitales Hessen“ in Zusammenarbeit mit Bildungsanbietern und Unternehmen sowie der Agentur für Arbeit
- Konzeption von Bildungsangeboten unter einer gemeinsamen Dachmarke durch verschiedene Akteure / Erstellung eines Mustercurriculum
- Einbringung eines flächenwirksamen Angebots an Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen
- Identifikation und Ansprache möglicher Berater und Systemhäuser, z.B. in Zusammenarbeit mit den IHKs
- Gründung von flächendeckenden Ausbildungsverbänden

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DEN BEREICH ERFAHRUNGSUSTAUSCH (UNTERNEHMERSTAMMTISCHE):

- Durchführung von regelmäßigen Stammtischabenden
- Ggf. Evaluation der Maßnahmen für zielgruppengerechte Ansprache und Weiterentwicklung

Anhang

Begriffe, die mit Industrie 4.0 eng verknüpft sind

Cyber-Physische-Systeme oder Cyber Physical Systems (CPS)

IT-Systeme sind heute schon im Herzen des Produktionssystems. Dies bedeutet, dass alle Teilsysteme, Prozesse, interne und externe Objekte, Lieferanten und Kundennetzwerke miteinander verbunden werden. Demzufolge werden IT-Systeme rund um Maschinen, Speichersysteme und Betriebsstoffe mit einem entsprechenden Standard zu einem CPS verbunden. Das CPS kann in Echtzeit gesteuert werden. Dies ermöglicht hocheffiziente und flexible Fertigung, in denen Stillstandzeiten (z.B. bei Lieferengpässen) ausgeglichen werden können. Folglich sind CPS offene soziotechnische Systeme, welche eine Reihe von neuartigen Funktionen, Diensten und Eigenschaften ermöglichen.

Big Data

Daten werden oft als das Rohmaterial des 21. Jahrhunderts bezeichnet. Es wird erwartet, dass sich die Datenmenge der Unternehmen jedes Jahr fast verdoppelt. Eine Aufgabe der Zukunft wird sein, eine riesige Menge an Daten zu speichern, zu analysieren und zu verarbeiten. Eine innovative Methode, um große Datenmengen zu verarbeiten bietet das Cloud Computing. Diese Methode ermöglicht Informationen zu nutzen, zu schaffen und zu erschließen.

Cloud

Abstrahierte virtualisierte IT-Ressourcen (wie z.B. Datenspeicher, Rechenkapazität, Anwendungen oder Dienste wie etwa Freemail-Dienste), die von Dienstleistern verwaltet werden. Der Zugang erfolgt über ein Netzwerk, meist das Internet. Der Begriff „Wolke“ (engl. Cloud) meint, dass der eigentliche physische Standort der Infrastruktur dieser Leistungen für den Nutzer oft nicht erkennbar rückverfolgt werden kann, sondern die Ressourcen „wie aus den Wolken“ abgerufen werden können.

Data Security

Grundlage für Datenschutz und IT-Sicherheit.

Embedded System – Eingebettetes System

Hardware- und Softwarekomponenten, die in ein umfassendes System integriert sind, um systemspezifische Funktionsmerkmale zu realisieren.

Energieeffizienz und Dezentralisierung

Die Themen Klimawandel und Ressourcenknappheit, beeinflussen alle Akteure der Industrie 4.0. Eine effiziente und dezentrale Anwendung von erneuerbaren Energien kann sich somit zu einer finanziellen und attraktiven Alternative für Unternehmen entwickeln.

Intelligente Fabrik (Smart Factory)

Einzelne Unternehmen oder ein Verbund von Unternehmen, welche IKT zur Produktentwicklung, Engineering des Produktionssystems, Produktion, Logistik und Koordination der Schnittstellen zu den Kunden nutzen, um flexibler auf Anfragen reagieren zu können. Die Smart Factory beherrscht Komplexität, ist weniger störanfällig und steigert die Effizienz in der Produktion. In der Smart Factory kommunizieren Menschen, Maschinen und Ressourcen selbstverständlich wie in einem sozialen Netzwerk. Mit ihren

Schnittstellen zu Smart Mobility, Smart Logistics und dem Smart Grid ist die intelligente Fabrik ein wichtiger Bestandteil zukünftiger intelligenter Infrastrukturen.

Intelligente Produkte (Smart Products) verfügen über das Wissen ihres Herstellungsprozesses und künftigen Einsatzes. Sie unterstützen aktiv den Fertigungsprozess („wann wurde ich gefertigt, mit welchen Parametern muss ich bearbeitet werden, wohin soll ich ausgeliefert werden etc.“).

Internet der Dienste

Teil des Internets, der Dienste und Funktionalitäten als granulare, webbasierte Softwarekomponenten abbildet. Provider stellen diese im Internet zur Verfügung und bieten die Nutzung auf Anforderung an. Über Internetdiensttechnologien sind die einzelnen Softwarebausteine beziehungsweise Dienstleistungen miteinander integrierbar. Unternehmen können die einzelnen Softwarekomponenten zu komplexen und dennoch flexiblen Lösungen orchestrieren (Dienste-orientierte Architektur). Über Cloud-basierte Entwicklungsplattformen kann eine Vielzahl an Marktakteuren sehr einfach internetfähige Dienstleistungen entwickeln und anbieten. Zudem entstehen Dienstplattformen, auf denen Kunden ein bedarfs- bzw. prozessorientiertes Komplettangebot findet. Das Internet entwickelt sich so zum Dienste-Baukasten für IKT-Anwendungen, -Infrastrukturen und -Dienste.

Internet der Dinge

Verknüpfung physischer Objekte (Dinge) mit einer virtuellen Repräsentation im Internet oder einer internetähnlichen Struktur. Die automatische Identifikation mittels RFID ist eine mögliche Ausprägung des Internets der Dinge, über Sensor- und Aktortechnologie kann die Funktionalität um die Erfassung von Zuständen beziehungsweise die Ausführung von Aktionen erweitert werden.

Interoperabilität

Fähigkeit unabhängiger, heterogener Systeme, möglichst nahtlos zusammenzuarbeiten, um Informationen auf effiziente und verwertbare Art und Weise auszutauschen, zu kooperieren und den Nutzern Dienste zur Verfügung zu stellen, ohne dass dazu gesonderte Absprachen zwischen den Systemen notwendig sind; siehe auch technische Interoperabilität, semantische Interoperabilität und nutzersichtbare Interoperabilität.

IPv6 – Internet Protocol Version 6

Mit dem bisherigen Internetprotokoll-Standard IPv4 steht eine begrenzte Anzahl von Adressen zur Verfügung, deren Vorrat in naher Zukunft aufgebraucht sein wird. Für neue vernetzte und digitale Anwendungen im Bereich Industrie 4.0 werden jedoch sehr viel mehr Internetadressen benötigt. Mit dem neuen Internetprotokoll IPv6 steht den Nutzern eine unbegrenzte Anzahl von Internetadressen zur Verfügung. So kann in Zukunft jedes Cyber-physische System gezielt angesprochen und zugeordnet werden.

Mensch-Maschine-Interaktion

Teilgebiet der Informatik, das sich mit der nutzergerechten Gestaltung von interaktiven Systemen und ihren Mensch-Maschine-Schnittstellen beschäftigt. Dabei werden neben Erkenntnissen der Informatik auch solche aus der Psychologie, der Arbeitswissenschaft, der Kognitionswissenschaft, der Ergonomie, der Soziologie und aus dem Design herangezogen. Wichtige Teilgebiete der Mensch-Maschine-Interaktion sind beispielsweise Usability Engineering, Interaktionsdesign, Informationsdesign und Kontextanalyse. Der letzte Aspekt ist bei Cyber-Physical Systems von Bedeutung, um in jeder Situation eine optimale Anpassung der Interaktion an die Nutzer zu gewährleisten.

Smart Factory – Fabrik 4.0

Ein einzelnes oder ein Verbund von Unternehmen, das z.B. die IKT zur Produktentwicklung, Engineering des Produktionssystems, Produktion, Logistik und Koordination der Schnittstellen zu den Kunden nutzt, um flexibler auf Anfragen reagieren zu können. Die Smart Factory beherrscht eine enorme Komplexität, ist weniger störanfällig und steigert die Effizienz in der Produktion. In der Smart Factory kommunizieren Menschen, Maschinen und Ressourcen in einer direkten und effizienten Weise.

Smart Product – Intelligentes Produkt

Bezeichnung für physische Produkte, die selbst Daten für ihr eigenes virtuelles Abbild zur Verfügung stellen können.

Vernetzung 2.0

Ein wesentlicher Bestandteil der Vernetzung ist die Anwendung von IPv6. Es ermöglicht Maschinen, Systeme und Menschen, welche sich im ständigen Austausch befinden, mit digitalen Informationen über das Internet-Protokoll zu steuern. Das bedeutet, dass physische Dinge mit ihrem Datenstandpunkt verbunden werden.

3D-Druck

Die 3D-Drucktechnologie bietet einen großen Raum für Kreativität. Ziel dieser Branche ist die Weiterentwicklung von Materialvielfalt und eine erhöhte Geschwindigkeit der Produktion. In Zukunft werden sich Geschäftsmodelle entwickeln, welche sich vor allem in zwei Gruppen aufteilen werden. Zum einen in Profi-Messen (z.B.: RapidTech) und zum anderen in einen Szene-Treff (z.B. FabCon). Für die Entwicklung von 3D-Drucktechnologie ist Industrie 4.0 von enormer Bedeutung. Unter anderem müssen hierbei Rahmenbedingungen für die Vermeidung von Gefahrenpotenzial (z.B. Waffenproduktion) oder auch für den Schutz des geistigen Eigentums geschaffen werden.

Gängige Definitionen des Begriffs Industrie 4.0

DEFINITION NACH BMBF (ARBEITSKREIS INDUSTRIE 4.0)²⁰²

Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von CPS in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation.

In einer „intelligenten, vernetzten Welt“ wird das Internet der Dinge und Dienste in allen Bedarfsweldern Einzug halten. Der Wandel vollzieht sich in der Energieversorgung hin zu intelligenten Energienetzen (Smart Grids), bei nachhaltigen Mobilitätskonzepten (Smart Mobility, Smart Logistics) sowie bei Gesundheit und Pflege (Smart Health). In der Produktion führt die zunehmende Intelligenz von Produkten und Systemen, deren vertikale Vernetzung, verbunden mit einem durchgängigen Engineering und die horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke nun zur vierten Stufe der Industrialisierung – „Industrie 4.0“. Industrie 4.0 fokussiert auf die Produktion intelligenter Produkte, Verfahren und Prozesse (Smart Production). Ein wichtiges Element von Industrie 4.0 ist die intelligente Fabrik (Smart Factory). Die Smart

²⁰² Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf [Stand: 16.10.14], S.18.

Factory beherrscht Komplexität, ist weniger störanfällig und steigert die Effizienz in der Produktion. In der Smart Factory kommunizieren Menschen, Maschinen und Ressourcen so selbstverständlich wie in einem sozialen Netzwerk. Intelligente Produkte (Smart Products) verfügen über das Wissen ihres Herstellungsprozesses und künftigen Einsatzes. Sie unterstützen aktiv den Fertigungsprozess („wann wurde ich gefertigt, mit welchen Parametern muss ich bearbeitet werden, wohin soll ich ausgeliefert werden etc.“). Mit ihren Schnittstellen zu Smart Mobility, Smart Logistics und dem Smart Grid ist die intelligente Fabrik ein wichtiger Bestandteil zukünftiger intelligenter Infrastrukturen. So werden sich herkömmliche Wertschöpfungsketten verändern und neue Geschäftsmodelle etablieren. Industrie 4.0 ist daher nicht „isoliert“ zu denken, sondern versteht sich als ein Bedarfsfeld von mehreren. Die Gestaltung von Industrie 4.0 sollte daher interdisziplinär und im engen Austausch mit anderen Bedarfsfeldern vorgenommen werden.

DEFINITION NACH FRAUNHOFER IAO²⁰³

Unter „Industrie 4.0“ wird die beginnende vierte Industrielle Revolution nach Mechanisierung, Industrialisierung und Automatisierung verstanden. Zentrales Element sind vernetzte Cyber-Physical Systems (CPS).

Unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ werden momentan Entwicklungen hin zu einem Produktionsumfeld diskutiert, das aus intelligenten, sich selbst steuernden Objekten besteht. Beispiele für CPS sind Anlagen, Behälter, Produkte und Materialien.

In einer Vision der flächendeckenden Durchdringung dieses Ansatzes steuern sich Aufträge selbstständig durch ganze Wertschöpfungsketten, buchen ihre Bearbeitungsmaschinen und ihr Material und organisieren ihre Auslieferung zum Kunden.

Möglich gemacht wird die Vernetzung dieser dezentralen intelligenten Systeme durch die flächendeckende und bezahlbare Verfügbarkeit der technischen Infrastruktur in Form von industriell einsetzbaren (Funk-) Internetverbindungen. Logisch werden die Systeme durch die konsequente Anwendung von dezentralen Steuerungsprinzipien wie Multiagentensystemen gekoppelt, die sich am schon lange propagierten »Internet der Dinge« orientieren. Dies ermöglicht die Integration von realer und virtueller Welt. Produkte, Geräte und Objekte mit eingebetteter Software wachsen zu verteilten, funktionsintegrierten und rückgekoppelten Systemen zusammen.

DEFINITION AUS DER HIGHTECH-STRATEGIE DER BUNDESREGIERUNG²⁰⁴

Die Kennzeichen der Industrieproduktion der Zukunft sind die starke Individualisierung der Produkte bei einer hoch flexibilisierten Produktion, die frühzeitige Einbeziehung von Kunden und Geschäftspartnern in Design- und Wertschöpfungsprozesse und die Kopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen, die in sogenannte hybride Produkte mündet.

²⁰³ Spath, Dieter / Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer Verlag, Stuttgart. Online verfügbar unter: http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/Wissenschaftsjahr/2014-die-digitale-gesellschaft/Produktionsarbeit-der-Zukunft_Industrie-4.0.pdf [Stand: 16.10.14], S. 22 ff.

²⁰⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2014): Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschure_Web.pdf [Stand: 16.10.14], S. 16.

DEFINITION DER PROMOTORENGRUPPE KOMMUNIKATION DER FORSCHUNGSUNION (ARBEITSKREIS INDUSTRIE 4.0)²⁰⁵

[...] Neben diesen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen sieht sich die deutsche Industrieproduktion auch einem technischen Meilenstein gegenüber: Sie steht vor einer vierten Industriellen Revolution, die durch das Internet der Dinge und Dienste in Gang gesetzt wurde, also autonome eingebettete Systeme, die drahtlos untereinander und mit dem Internet vernetzt sind. In der Produktion entstehen sogenannte Cyber-Physical Production Systems (CPPS) mit intelligenten Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln, die eigenständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich gegenseitig selbstständig steuern. Sie können industrielle Prozesse in der Produktion, dem Engineering, der Materialverwendung sowie des Lieferketten- und Lebenszyklusmanagements enorm verbessern. CPPS schaffen Smart Factories. In der Smart Factory herrscht eine völlig neue Produktionslogik: Die Produkte sind eindeutig identifizierbar, jederzeit lokalisierbar und kennen ihre Historie, den aktuellen Zustand sowie alternative Wege zum Zielzustand. Die eingebetteten Produktionssysteme sind vertikal mit betriebswirtschaftlichen Prozessen in Fabriken und Unternehmen vernetzt und horizontal zu verteilen, in Echtzeit mit steuerbaren Wertschöpfungsnetzwerken verknüpft, von der Bestellung bis zur Lieferung. Gleichzeitig ermöglichen und erfordern sie ein durchgängiges Engineering über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts einschließlich seines Produktionssystems hinweg.

DEFINITION NACH BITKOM / FRAUNHOFER IAO²⁰⁶

Im Mittelpunkt von Industrie 4.0 steht die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen zum dynamischen Management von komplexen Systemen.²⁰⁷

Auf Basis dieser Definition wird der technologische Einflussbereich von Industrie 4.0 abgesteckt. Innerhalb dieses Einflussbereichs werden Technologiefelder definiert, die besonders stark von den Industrie 4.0-Technologien beeinflusst werden. Charakteristikum aller Industrie 4.0-Technologien ist ihre Befähigung zu einer intelligenten Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen. Ein weiteres Kriterium für die Bestimmung von Technologiefeldern ist die Existenz von ersten (prototypischen) Industrie 4.0-Anwendungen. Eine eindeutige Abgrenzung von Technologiefeldern sowie des Einflussbereichs von Industrie 4.0 ist aber nicht möglich. Die gewählten Technologiefelder bilden aber eine Plattform zur Abschätzung der Auswirkungen dieser Technologien auf Wertschöpfungsketten.

²⁰⁵ Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft (2012): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/21752/Umsetzungsempfehlungen_Industrie_4.0_final_2012-10-02.pdf?command=downloadContent&filename=Umsetzungsempfehlungen_Industrie_4.0_final_2012-10-02.pdf [Stand: 16.10.14], S. 2 und 10 ff. .

²⁰⁶ BITKOM / Fraunhofer IAO (2014): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Studie, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Studie-%20Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potential-f%C3%BCr-Deutschland.pdf> [Stand: 16.10.14], S. 18.

²⁰⁷ Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Plattform Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.plattform-i40.de/> [Stand: 16.10.14].

DEFINITION NACH PLATTFORM INDUSTRIE 4.0^{208,209}

„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte Industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen. Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.“²¹⁰

Industrie 4.0 steht für die Neuorganisation und vernetzte Steuerung von Wertschöpfungsnetzwerken im Zeitalter der vierten Industriellen Revolution. Konkret geht es um die ganzheitliche Orientierung an individuellen Kundenwünschen, die Nutzung von Echtzeitdaten und die Einbeziehung der Umweltbilanz in den Produktionsprozess. Als Grundlage dient dafür die Echtzeit-Auswertung zahlreicher, bisher unverknüpfter Daten („Big Data“), die aus der Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen entstehen.

In seinen 17 Thesen²¹¹ skizziert der wissenschaftliche Beirat der Plattform Industrie 4.0 die Industrie 4.0 plastisch aus den Perspektiven Mensch, Technik und Organisation:

- Mit Blick auf die Menschen stellt der wissenschaftliche Beirat die humanorientierte Gestaltung der Arbeitsorganisation in den Mittelpunkt. Industrie 4.0 sei ein soziotechnisches System, das das Aufgabenspektrum, die Qualifikationen und die Handlungsspielräume der Belegschaften erweitere. Werkzeuge werden in der Industrie 4.0 zu Lernzeugen.
- In technischer Hinsicht definiert der Beirat, welche Komponenten zur Industrie 4.0 gehören und welche Potenziale sie mit Blick auf die Individualisierung, Vernetzung und Ressourceneffizienz bieten. Zentral sind intelligente Produkte als aktive Informationsträger und Systemkomponenten, die innerhalb von Produktionsmitteln adressier- und identifizierbar sind.
- In der Organisation steht Industrie 4.0 für ein neues wirtschaftliches Paradigma: Produkt, Produktion und Service werden in Wertschöpfungsnetzwerken integriert, die eine dynamische Variation der Arbeitsteilung ermöglichen. Zusammenarbeit und Wettbewerb prägen das Wirtschaften gleichermaßen (Competition).

²⁰⁸ Die „Plattform Industrie 4.0“ ist ein gemeinsames Projekt der drei Industrieverbände BITKOM, VDMA und ZVEI. Es knüpft an das „Zukunftprojekt Industrie 4.0“ an, das im Rahmen der „Hightech-Strategie 2020“ von der Bundesregierung gestartet wurde. Erste Umsetzungsempfehlungen erarbeitete der Arbeitskreis Industrie 4.0 bereits in 2012, koordiniert von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. Der Abschlussbericht wurde der Bundesregierung auf der Hannover Messe 2013 übergeben.

²⁰⁹ Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Die Plattform Industrie 4.0 definiert Industrie 4.0 und die vordringlichen Forschungsthemen, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.plattform-i40.de/presse/plattform-industrie-40/die-plattform-industrie-40-definiert-industrie-40-und-die> [Stand: 22.10.14].

²¹⁰ Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0. Whitepaper FuE-Themen, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Whitepaper_Forschung%20Stand%203.%20April%202014_0.pdf [Stand: 22.10.14], S. 1.

²¹¹ Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Neue Chancen für unsere Produktion - 17 Thesen des wissenschaftlichen Beirats der Plattform Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/Thesen_des_wissenschaftlichen_Beirats_Industrie_4.0.pdf [Stand: 22.10.14].

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1: Bruttowertschöpfung ausgewählter Branchen in Deutschland (Mrd. €).....	11
Abbildung 2: SWOT Analyse für Industrie 4.0-Prozesse.....	12
Abbildung 3: Breitbandverfügbarkeit in Hessen – Anteil versorgter Haushalte in den Kreisen und kreisfreien Städten (links) sowie den Gemeinden Hessens.....	15
Abbildung 4: Bereitschaft zur Umsetzung von Industrie 4.0 in den Ländern Europas.....	28
Abbildung 5: Die Stellung des Projektbüros Industrie 4.0.....	41
Abbildung 6: Struktur der neuen Plattform Industrie 4.0 unter Leitung des BMWi und BMBF	49
Abbildung 7: Aufbau der Gemeinsamen Geschäftsstelle „Aktionsplattform Industrie 4.0“.....	110
Tabelle 1: Breitbandversorgung in städtischen, halbstädtischen und ländlichen Regionen in Hessen und Deutschland – Anteil der potenziell versorgten Haushalte	14
Tabelle 2: Strategien zur Umsetzung von Industrie 4.0 (und verwandten Prozessen) in einigen EU- Mitgliedstaaten (Deutschland siehe Kapitel 5.3).....	26
Tabelle 3: Aktivitäten mit Industrie 4.0-Bezug in den Bundesländern.....	35
Tabelle 4: Themenschwerpunkte und Wettbewerbe des BMWi.....	66

Quellenverzeichnis

- Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer AGIT mbH (2015): Transferallianz Aachen, Aachen. Online verfügbar unter: <http://www.agit.de/fuer-unternehmen/innovieren-und-wachsen/partner-finden/transferallianz-aachen.html> [Stand 29.01.2015].
- Advanced Manufacturing National Program Office (2015): About the Advanced Manufacturing Partnership 2.0, Gaithersburg. Online verfügbar unter: <http://www.manufacturing.gov/amp.html> [Stand 28.01.2015].
- Advanced Manufacturing National Program Office (2015): From Discovery to scale up: About the national network for Manufacturing Innovation, Gaithersburg. Online verfügbar unter: http://manufacturing.gov/nmii_overview.html [Stand 28.01.2015].
- Arena2036 (2015): Forschungscampus Arena 2036, Stuttgart. Online verfügbar unter: <http://www.arena2036.de/de/arena2036/inhalte-und-ziele> [Stand 25.02.2015].
- Auswärtiges Amt (2014): Japans Wirtschaft, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Japan/Wirtschaft_node.html [Stand 18.02.2015].
- Auswärtiges Amt (2014): Kurzcharakterisierung der indischen Wirtschaft, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Indien/Wirtschaft_node.html [Stand 10.02.2015].
- Auswärtiges Amt (2015): Wirtschaftliche Lage Brasiliens, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Brasilien/Wirtschaft_node.html [Stand 10.02.2015].
- Bayerisches IT-Logistikcluster (2015): Über das Cluster, Regensburg. Online verfügbar unter: <http://www.it-logistik-bayern.de/it-logistik/106989-591,1,0.html> [Stand 29.01.2015].

- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2014): Industriebericht Bayern 2014, mit Branchenreport und Regierungsbezirksprofilen, München. Online verfügbar unter:
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Publikationen/2014/Industriebericht_Bayern_2014.pdf [Stand 12.02.2015].
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2014): Bayern digital, München. Online verfügbar unter: <http://www.stmwi.bayern.de/digitalisierung-medien/bayern-digital/> [Stand 12.02.2015].
- Bitkom (2015): Kräftige Wachstumschancen durch Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.bitkom.org/de/presse/81142_79097.aspx [Stand 28.01.2015].
- BITKOM / Fraunhofer IAO (2014). Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Studie, Berlin. Online verfügbar unter:
<http://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Studie-%20Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potential-f%C3%BCr-Deutschland.pdf> [Stand: 16.10.14], S. 18.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter:
http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf [Stand: 16.10.14].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Bekanntmachungen, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/foerderungen/23338.php> [Stand: 23.10.14].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen, Bonn. Online verfügbar unter:
http://www.bmbf.de/pub/Innovationen_Produktion_Dienstleistung_Arbeit.pdf [Stand: 22.10.14].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): WING – Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/de/3780.php> [Stand: 23.10.14].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/de/9072.php> [Stand 28.01.2015].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015): Innovation in KMU, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.horizont2020.de/einstieg-innovation-kmu.htm> [Stand: 24.10.14].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015): Intelligente Spezialisierung als strategischer Rahmen für eine effektive Forschungs- und Innovationspolitik auf allen Ebenen, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.euburo.de/regionen-intelligente-spezialisierung.htm> [Stand 28.01.2015].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2014): Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland, Berlin. Online verfügbar unter:
http://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschue_Web.pdf [Stand: 16.10.14].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Autonomik für Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.autonomik40.de/#&panel1-1> [Stand: 22.10.14].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Autonomik für Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.autonomik40.de/media/Autonomik_Broschuere_barrfrei.pdf [Stand 20.02.2015].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Förderdatenbank, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=3afdf26fdc565d76c3c21d73306fcdc5;views;document&doc=12222> [Stand: 22.10.14].

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Smart Service Welt – Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/smart-service-welt-internetbasierte-dienste-fuer-die-wirtschaft,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> [Stand 20.02.2015].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Technologieoffene Projektförderung, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Technologie/Innovationsfoerderung-Mittelstand/technologieoffene-projektfoerderung,did=502118.html> [Stand: 23.10.14].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.zim-bmwi.de/> [Stand: 27.10.14].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Arbeitsgruppe 2: Vernetzte Anwendungen und Plattformen für die digitale Gesellschaft, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.it-gipfel.de/IT-Gipfel/Navigation/Arbeitsgruppen2014/arbeitsgruppe2.html> [Stand 28.01.2015].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Förderdatenbank – Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=3afdf26fdc565d76c3c21d73306fcdc5;views;document&doc=9596&typ=KU> [Stand 25.02.2015].
- Clustermanagement IKT.NRW (2013): IKT.NRW Roadmap 2020, Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum digitalen Industrieland, Wuppertal. Online verfügbar unter: http://ikt.nrw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/IKT_Roadmap/IKT-NRW_Roadmap_2020.pdf [Stand 12.02.2015].
- Clustermanagement IKT.NRW (2013): Industrie 4.0 – Cyber Physical Systems in der Produktion, Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum digitalen Industrieland, Wuppertal. Online verfügbar unter: http://ikt.nrw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/IKTNRWSchriftenreihe/Industrie40_CPS_in_der_Produktion-SchriftenreiheIKTNRW.pdf [Stand 12.02.2015].
- Clustermanagement IKT.NRW (2014): Publikationen des Clusters IKT.NRW, Wuppertal. Online verfügbar unter: <http://ikt.nrw.de/cyber-physical-nrw-profilieren/publikationen/> [Stand 12.02.2015].
- Clustermanagement IKT.NRW (Hrsg.) (2013): Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum digitalen Industrieland, In: IKT.NRW Schriftenreihe, Wuppertal. Online verfügbar unter: www.ikt.nrw.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/IKTNRWSchriftenreihe/CPS_Potenzial_und_Kompetenzen_in_NRW-SchriftenreiheIKTNRW.pdf [29.01.2015].
- Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance, acatech (Hrsg.) (2013): Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf [Stand 28.01.2015].
- Crown (2014): Industrial strategy – Government and industry in partnership, London. Online verfügbar unter: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/306854/bis-14-707-industrial-strategy-progress-report.pdf [Stand 19.02.2015].
- Crown (2015): Government Digital Strategy, London. Online verfügbar unter: <https://www.gov.uk/government/collections/government-digital-strategy-reports-and-research> [Stand 05.02.2015].

- Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2015): Industrie 4.0 – Auf dem Weg ins vierte industrielle Zeitalter, München. Online verfügbar unter <http://www.acatech.de/de/projekte/abgeschlossene-projekte/industrie-40.html> [Stand 13.02.2015].
- Deutscher Industrie- und Handelskammertag (2014): Partnerforum Industrie 4.0 in der IHK Frankfurt, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.dihk.de/presse/meldungen/2014-08-26-partnerforum-industrie> [Stand 28.01.2015].
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2014): EUREKA – Die europäische Initiative für marktnahe Forschung und Entwicklung, Bonn. Online verfügbar unter: <http://www.eureka.dlr.de/de/150.php> [Stand: 23.10.14].
- Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (2015): Intelligente Produktion, Wien. Online verfügbar unter: <https://www.ffg.at/intelligente-produktion> [Stand 05.02.2015].
- DiWiSH Clustermanagement Digitale Wirtschaft Schleswig-Holstein (2015): Voller Einsatz für Schleswig-Holstein, Kiel. Online verfügbar unter: <http://www.diwish.de/diwish-clustermanagement.html> [Stand 12.02.2015].
- Eigene Berechnung anene KOM nach Industrie- und Handelskammer Hessen (2014): Liste der Unternehmen in Hessen nach Branchenzugehörigkeit, Betriebsgrößenklasse und Gemeinde, Fulda, Frankfurt am Main, Wetzlar.
- Engineering High-Tech-Cluster Fulda e.V. (2014): Fachforum Industrie 4.0, Fulda. Online verfügbar unter: <http://www.eh-cluster.de/> [Stand 28.01.2015].
- EUREKA Secretariat (2013): The Eurostars Programme, Brüssel. Online verfügbar unter: <https://www.eurostars-eureka.eu/> [Stand: 23.10.14].
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2015): Smart Manufacturing, Brüssel. Online verfügbar unter: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-manufacturing> [Stand 28.01.2015].
- Festo AG & Co. KG (2014): Advanced Technologies – Technologien der Zukunft, Esslingen. Online verfügbar unter: http://www.festo.com/cms/de_corp/12486_12538.htm#id_12538 [Stand 29.01.2015].
- Festo AG & Co. KG (2014): Technologiefabrik Scharnhausen, Esslingen. Online verfügbar unter: http://www.festo.com/cms/de_corp/13575_13580.htm#id_13580 [Stand 29.01.2015].
- Forschungsnetzwerk Mittelstand (2014): Industrielle Gemeinschaftsforschung, Köln. Online verfügbar unter: <http://www.aif.de/?id=72> [Stand: 23.10.14].
- Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft (2012): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/21752/Umsetzungsempfehlungen_Industrie_4.0_final_2012-10-02.pdf?command=downloadContent&filename=Umsetzungsempfehlungen_Industrie_4.0_final_2012-10-02.pdf [Stand: 16.10.14].
- Frankfurt University of Applied Sciences (2015): Forschungsgruppe für Netzwerksicherheit, Informationssicherheit und Datenschutz, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <http://www.frankfurt-university.de/fachbereiche/fb2/forschung-institute-projekte/forschungsgruppe-fuer-netzwerksicherheit-informationssicherheit-und-datenschutz.html> [Stand 19.02.2015].
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2007): Potenzialanalyse der industriellen, weißen Biotechnologie . Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse, Karlsruhe.
- Freudenberg IT (2014): IT Innovation Readiness Index 2014, Weinheim. Online verfügbar unter: <http://www.freudenberg-it.com/de/it-innovation-readiness-index-2014/teil-10-2014.html> [Stand 17.02.2015].

- Führer, Jörg (2014): Die hessische Agrarstruktur 2013, in: Staat und Wirtschaft in Hessen, Heft 12/2014, Wiesbaden, S. 343 bis 349.
- HA Hessen Agentur GmbH (2007): Auslandsmärkte – Zukunftspotenziale für hessische Umwelttechnologieunternehmen. Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Umwelttech, Wiesbaden.
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Chemische und Pharmazeutische Industrie in Hessen, Wiesbaden.
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Elektroindustrie in Hessen, Wiesbaden.
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Luft- und Raumfahrtindustrie in Hessen, Wiesbaden.
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Energietechnologieoffensive Hessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.innovationsfoerderung-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=17455> [Stand: 24.10.14].
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Innovations-Wettbewerb Digitales Hessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.innovationsfoerderung-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=20931> [Stand: 24.10.14].
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Medizintechnik in Hessen, Ergebnisse einer Standortanalyse und Unternehmensbefragung, Wiesbaden.
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Unternehmensprofil, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.hessen-agentur.de/dynasite.cfm?dsmid=16727> [(Stand. 15.12.2014)].
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Automobilindustrie in Hessen, Wiesbaden.
- HA Hessen Agentur GmbH (2014): Branchenprofil Chemische und Pharmazeutische Industrie in Hessen, Wiesbaden.
- Hamburg Aviation (2015): Über uns, Hamburg. Online verfügbar unter: <http://www.hamburg-aviation.de/de/ueber-uns/standort.html> [Stand 29.01.2015].
- Helaba (Hrsg.) (2013): Die 100 größten Unternehmen in Hessen, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <https://www.helaba.de/de/DieHelaba/MaerkteUndAnalysen/ResearchUndVolkswirtschaft/Hessen-Thuringen/Downloads/20131009-groesstenHessen.pdf>. [Stand 20.01.2015].
- Heng, Stefan (2014): Industrie 4.0 – Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor. In: Deutsche Bank Research – Aktuelle Themen – Branchen. 4. Februar 2014, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000328961/Industrie+4_0%3A+Upgrade+des+Industriestandorts+Deutschland+steht+bevor.pdf [Stand 28.01.2015].
- Heng, Stefan (2015): Industrie 4.0, Big Data and Cloud: Innovationstreiber von morgen, In: Deutsche Bank Research – Aktuelle Grafik – 14. Januar 2015, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000348955.pdf [Stand 28.01.2015].
- Herrmann, Wolfgang A. (2013): Im Kern verrottet? – Eine beinahe optimistische Betrachtung zur Zukunft der deutschen Universität, Hamburg. Online verfügbar unter: https://www.academics.de/wissenschaft/im_kern_verrottet_55383.html [Stand 12.02.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – auf die Struktur kommt es an, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/biotechnologie> [Stand 20.01.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – auf Erfolg programmiert, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/informationstechnologie-ikt> [Stand 21.01.2015].

- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – die Chemie stimmt, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/chemie-pharma> [Stand 20.01.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – die Lage ist gut, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/logistik-mobilitaet> [Stand 21.01.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – kreative Hochburg, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/kulturwirtschaft-kreativwirtschaft> [Stand 21.01.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – neue Ideen für neue Technologien, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/medizintechnik> [Stand 21.01. 2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen – spannende Tradition, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/elektrotechnik> [Stand: 20.01.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessen Trade & Invest – Wirtschaftsförderer für Hessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=18422> [Stand. 15.12.2014].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessens Antrieb, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/maschinenbau-anlagenbau> [Stand 21.01. 2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessens Aufbruch zu den Sternen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/luftfahrt-raumfahrt> [Stand 21.01.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Hessens Goldreserven, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.invest-in-hessen.de/finanzdienstleistung> [Stand 21.01.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Technologie & Innovation – Wissen vernetzen, Wachstum fördern, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=17641> [Stand 13.02.2015].
- Hessen Trade & Invest (2014): Wirtschaftsförderer für Hessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=18422> [Stand 07.02.2015].
- Hessen Trade & Invest (2015): Hessen für die Zukunft mit Industrie 4.0 gut aufgestellt, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.htai.de/dynasite.cfm?dsmid=21141> [Stand 26.01.2015].
- Hessen Trade & Invest GmbH (2015): Allianz aus Wissenschaft und Wirtschaft für Innovation, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.ttn-hessen.de/index.php?id=30> [Stand 28.01.2015].
- Hessen Trade & Invest GmbH (2015): Hessen stark in F&E, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.ttn-hessen.de/index.php?id=32> [Stand 28.01.2015].
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Hessische Cluster- und Netzwerkinitiativen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.hessen-cluster.de/index.php?id=107> [Stand: 24.01.2015].
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (Hrsg.) (2000): Landesentwicklungsplan 2000, Wiesbaden.
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Biotechnologie und Nanotechnologie, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=18042> [Stand 26.01.2015].
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Chemische Industrie, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=18043> [Stand 26.01.2015].
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Luft- und Raumfahrt, Fahrzeugbau, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=18044> [Stand 25.01.2015].

- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Medizintechnik, Wiesbaden. Online verfügbar unter : <http://www.work-in-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=18048> [Stand 25.01.2015].
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (Hrsg.) (2015): Hessische Clusterpolitik, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.hessen-cluster.de/index.php?id=106> [Stand 13.02.2015].
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015): Mobilitätscluster Nordhessen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/logistik/mobilitaetscluster-nordhessen> [Stand 25.02.2015].
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (Hrsg.) (2012): 4. Hessischer Kultur- und Kreativbericht, Wiesbaden.
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (2007): Mobilität und Logistik in Hessen, Wiesbaden.
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (2012): Cluster- und Netzwerkiniciativen in Hessen, Wiesbaden.
- Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst (2014): Förderrichtlinie zum hessischen Forschungsförderungsprogramm, Wiesbaden. Online verfügbar unter: https://wissenschaft.hessen.de/sites/default/files/media/hmwk/foerderrichtlinie_loewe_dezember2014.pdf [Stand 25.02.2015].
- Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst (2014): Landesprogramm LOEWE, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <https://wissenschaft.hessen.de/LOEWE-Zentren> [Stand: 24.10.14].
- Hessisches Statistisches Landesamt (2015): Erwerbstätige in Hessen nach Wirtschaftsbereichen, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.statistik-hessen.de/themenauswahl/erwerbstaetigkeit/landesdaten/erwerbstaetigenrechnung-in-hessen/grafik-erwerbstaetige-nach-wirtschaftsbereiche/index.html> [Stand 20.01.2015].
- Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.) (2013): Statistisches Jahrbuch Hessen 2013/14, Band 1 Wirtschaft, Erwerbstätigkeit und Umwelt, Wiesbaden.
- Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.) (2014): Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung in Hessen und Deutschland 2008 bis 2013. Statistische Berichte, Wiesbaden.
- Hessisches Statistisches Landesamt, IHK Arbeitsgemeinschaft Hessen, Arbeitsgemeinschaft der Hessischen Handwerkskammern, Bundesagentur für Arbeit Regionaldirektion Hessen, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Hrsg.) (2013): Konjunkturprognose Hessen 2014, Wiesbaden.
- Hessisches Statistisches Landesamt, IHK Arbeitsgemeinschaft Hessen, Arbeitsgemeinschaft der Hessischen Handwerkskammern, Bundesagentur für Arbeit Regionaldirektion Hessen, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Hrsg.) (2014): Konjunkturprognose Hessen 2015, Wiesbaden.
- Homann, Birte/Wilke, Peter (2013): Die Luft- und Raumfahrtindustrie in Norddeutschland, Branchenstudie im Rahmen des Projektes Struktureller Wandel und nachhaltige Modernisierung – Perspektiven der Industriepolitik in Norddeutschland, Hamburg.
- Hornschild, Kurt/Raab, Stephan/Weiss, Jörg-Peter (2006): Die Medizintechnik am Standort Deutschland – Chancen und Risiken durch technologische Innovationen, Auswirkungen auf und durch das nationale Gesundheitssystem sowie potentielle Wachstumsmärkte im Ausland, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.
- House of Logistics & Mobility (HOLM) GmbH (2014): Mobility meets Logistics, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.frankfurt-holm.de/sites/default/files/managed/downloads/HOLM-Broschuere_Infrastruktur_DE.pdf [Stand 13.02.2015].

- House of IT (2013): Vision und Ziele. Aus dem Online-Angebot des House of IT: <http://www.house-of-it.eu/dynasite.cfm?dsmid=17252> [Stand: 22.03.2015].
- Humborg, Dr. Christian (2012): Niedergang der Verbände durch unzufriedene Mitglieder? Argumentationsmuster der internen Kritik an den Industrie- und Handelskammern in Deutschland, Universität Potsdam, Potsdam. Online verfügbar unter: <http://basantathapa.de/wp-content/uploads/2014/08/THAPA-Niedergang-der-Verb%C3%A4nde-durch-unzufriedene-Mitglieder.pdf> [Stand 12.02.2015].
- IHK Darmstadt Rhein Main Neckar (2015): Industrie 4.0, Darmstadt. Online verfügbar unter: http://www.darmstadt.ihk.de/System/VstTermine/3188044/tg_22_01_2015_188610.html [Stand 28.01.2015].
- IHK Innovationsberatung Hessen (2014): Industrie 4.0 – Für die Zukunft gerüstet sein!, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <http://www.ihk-innovationsberatung.de/veranstaltungen/industrie-4-0-fur-die-zukunft-gerustet-sein-2/> [Stand 28.01.2015].
- Initiative Industrieplatz Hessen (2013): Hessen in die Top 5 der innovativsten Industriestandorte Europas bringen. Ein Leitbild für den Industriestandort Hessen, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.industrieplatz-hessen.de/industrieplatz-hessen-de-leitbild_vorstellungleitbild [Stand 28.01.2015].
- Initiative Industrieplatz Hessen (2013): Über die Initiative Industrieplatz Hessen, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.industrieplatz-hessen.de/industrieplatz-hessen-de-ueber-uns_unseremitglieder [Stand 29.01.2015].
- Initiative zur Förderung des Studiums in Hessen (2015): Hochschulen in Hessen, Erkrath. Online verfügbar unter: <http://www.hochschulen-hessen.de> [Stand:20.01.15].
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH (2011): Innovationen im industriellen Mittelstand, Ergebnisse einer Studie der Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH für das Land Hessen, Köln.
- It's OWL Clustermanagement GmbH (2014): Auf dem Weg zu Industrie 4.0: Lösungen aus dem Spitzencluster it's OWL, Paderborn. Online verfügbar unter: www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/Auf_dem_Weg_zu_Industrie_4.0_-_Loesungen_aus_dem_Spitzencluster_its_OWL_RGB.pdf [Stand 29.01.2015].
- It's OWL Clustermanagement GmbH (2014): Die Region OstWestfalenLippe, Paderborn. Online verfügbar unter: <http://www.its-owl.de/technologie-netzwerk/region> [Stand 29.01.2015].
- Jaehne, Jan Christoph/Kalaicheivan, Sarathy (2014): Towards a Connected World – Industry 4.0, San Francisco, Neu-Delhi. Online verfügbar unter: <http://de.slideshare.net/sarathygurushankar1/shaping-towards-a-connected-world-of-supply-chain-industry-40> [Stand 28.01.2015].
- Japanmarkt (2014): Industrie 4.0: Deutschland als Vorbild für Japan, Tokio. Online verfügbar unter: <http://www.japanmarkt.de/2014/05/12/wirtschaft/industrie-4-0-deutschland-als-vorbild-fuer-japan/> [Stand 10.02.2015].
- Karlsruher Institut für Technologie (2015): Verbundprojekte, Karlsruhe. Online verfügbar unter: http://www.produktionsforschung.de/verbundprojekte/verbundprojekte/index.htm?TF_ID=121&show=LIST [Stand 21.01.2015].
- Knop, Carsten (2015): Unter den Managern wächst die Angst, Frankfurt. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. Online verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/umfragen-unter-den-managern-waechst-die-angst-13381585.html> [Stand 28.01.2015].
- Kompetenzzentrum Informatik Saarland (2015): Technologietransfer, Saarbrücken. Online verfügbar unter: <http://www.informatik-saarland.de/technologietransfer.php> [Stand 29.01.2015].

- Kooperation international (2013): Cluster Bangalore, Bonn, Düsseldorf. Online verfügbar unter: <http://www.kooperation-international.de/innovationsportal/clusterportal/cluster-bangalore.html> [Stand 18.02.2015].
- Kooperationsstelle EU der Wissenschaftsorganisationen (KoWi) (2014): Innovation in SME, Bonn. Online verfügbar unter: http://www.kowi.de/de/desktopdefault.aspx/tabid-576/1571_read-2714/ [Stand: 24.10.14].
- Kubach, Tim (2011): Chinas 12. Fünfjahresplan für 2011-2015: Prioritäten, Zielvorgaben, Projekte. In: China Analysis, Universität Trier. Online verfügbar unter: http://www.chinapolitik.de/resources/no_90.pdf [Stand 28.01.2015].
- Landeshauptstadt Wiesbaden (2015): Förderprogramm E-Mobilität im Handwerk, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.wiesbaden.de/wirtschaft/wirtschaftsfoerderung/foerderprogramme/emobil.php> [Stand 24.02.2015].
- Made different (2014): Smart production and factory of the future, Brüssel. Online verfügbar unter: <http://www.madedifferent.be/> [Stand 05.02.2015].
- Manufacturing Academy of Denmark (2015): Made, Kopenhagen, Online verfügbar unter: <http://made.dk/welcome> [Stand 05.02.2015].
- Ministerium für auswärtige Angelegenheiten und internationale Entwicklung (2014): Mit den „Big Data“ denkt Frankreich in großen Dimensionen, Bern. Online verfügbar unter: http://www.ambafrance-ch.org/IMG/pdf/big_data_allemand_revise.pdf?3908/7045103a01c110a492a0166444b1f594dd30b88c [05.02.2015].
- Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg (2015): Kompetenzatlas Industrie 4.0 in Baden-Württemberg, Stuttgart. Online verfügbar unter: <http://mfw.baden-wuerttemberg.de/de/mensch-wirtschaft/industrie-und-innovation/schluesseltechnologien/industrie-40/kompetenzatlas-industrie-40/> [Stand 12.02.2015].
- Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.) (2014): Strukturstudie „Industrie 4.0 für Baden-Württemberg“, Stuttgart. Online verfügbar unter: <https://mfw.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/strukturstudie-industrie-40-fuer-baden-wuerttemberg/> [Stand 12.02.2015].
- Ministry of Transport and Communications (2011): Productive and inventive Finland, Helsinki. Online verfügbar unter: http://www.oph.fi/download/135323_productive_and_inventive_finland.pdf [Stand 05.02.2015].
- MST BW Mikrosystemtechnik Baden-Württemberg e.V. (2015): Der Cluster, Freiburg. Online verfügbar unter: <http://microtec-suedwest.de/> [Stand 29.01.2015].
- Münchner Kreis e.V. (2015): Digitalisierung. Achillesferse der Deutschen Wirtschaft? Wege in die digitale Zukunft, München.
- Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main (2009): Wissensatlas FrankfurtRheinMain. Dritte erweiterte und aktualisierte Auflage, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <https://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/WissensatlasFRM2009.pdf> [Stand 25.02.2015], S. 56.
- Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Die Neue Chancen für unsere Produktion - 17 Thesen des wissenschaftlichen Beirats der Plattform Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/Thesen_des_wissenschaftlichen_Beirats_Industrie_4.0.pdf [Stand: 22.10.14].

- Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Plattform Industrie 4.0, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.plattform-i40.de/> [Stand: 16.10.14].
- Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Die Plattform Industrie 4.0 definiert Industrie 4.0 und die vordringlichen Forschungsthemen, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.plattform-i40.de/presse/plattform-industrie-40/die-plattform-industrie-40-definiert-industrie-40-und-die> [Stand: 22.10.14].
- Plattform Industrie 4.0 (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0. Whitepaper FuE-Themen, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Whitepaper_Forschung%20Stand%203.20April%202014_0.pdf [Stand: 22.10.14].
- PriceWaterhouseCoopers Aktiengesellschaft (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten Industriellen Revolution, O.O. online verfügbar unter: http://www.tns-emnid.com/politik_und_sozialforschung/pdf/PwC_Studie_Industrie_4.0.pdf [Stand: 05. 04.2015].
- Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (Hrsg.) (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf [Stand 28.01.2015].
- Regionalmanagement für Mittelhessen GmbH (2014): Von der Smart Factory zur Industrie 4.0 bei Limtronik, Gießen. Online verfügbar unter: <http://blog.region-mittelhessen.de/2014/09/18/smart-factory-industrie-4/> [Stand 28.01.2015].
- Regionalmanagement Nordhessen (2015): MoWiN.net e.V., Kassel. Online verfügbar unter: <http://www.mowin.net/projekte/> [Stand 25.02.2015].
- Roland Berger Strategy Consultants (Hrsg.) (2014): INDUSTRY 4.0 - The new industrial revolution - How Europe will succeed, München.
- Sailer, Ulrike/Fischer, Christian/Papenheim, Dominik/Matatko, Anja (2007): Kreativwirtschaft in Offenbach. Gutachten im Auftrag der Stadt Offenbach am Main. Universität Trier, Trier.
- Salzburger Nachrichten (2014): Forum Alpbach – Politik entdeckt Industrie 4.0, Salzburg. Online verfügbar unter: <http://www.salzburg.com/nachrichten/dossier/alpbach2014/sn/artikel/forum-alpbach-politik-entdeckt-industrie-40-118135/> [Stand 05.02.2015].
- SAS Deutschland (2013): Auswertung von Maschinendaten – Ergebnisse einer Befragung von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, Heidelberg.
- Schmid, Nils (2014): Industrie 4.0 – Baden-Württemberg zum Leitmarkt machen, Stuttgart. Online verfügbar unter: <http://mfw.baden-wuerttemberg.de/de/mensch-wirtschaft/industrie-und-innovation/schluesselformen/industrie-40/kompetenzatlas-industrie-40/> [Stand 12.02.2015].
- Schmidt-Wahl, Diana (2014): Die Bevölkerungsentwicklung in Hessen 2013, In: Staat und Wirtschaft in Hessen, Heft 12/2014, S. 363 – 366, Wiesbaden.
- Silicon republic Knowledge & Events Management Ltd. (2014): Can Ireland profit from the internet of things?, Dublin, Online verfügbar unter: <http://www.siliconrepublic.com/business/item/36242-can-ireland-profit-from-the> [Stand 05.02.2015].
- Silicon republic Knowledge & Events Management Ltd. (2015) innovation, Dublin, Online verfügbar unter: <http://www.siliconrepublic.com/innovation/item/36336-intel-to-turn-dublin-into-w> [Stand 05.02.2015].
- Silicon Saxony e.V. (2015): Silicon Saxony: The High-Tech Network for global success!, Dresden. Online verfügbar unter: <http://www.silicon-saxony.de/home.html> [Stand 29.01.2015].

- Silicon Saxony e.V. (2015): Smart Systems – Arbeitskreis Smart Integrated Systems, Dresden. Online verfügbar unter: <http://www.silicon-saxony.de/fachbereiche/smart-systems/arbeitskreis-smart-integrated-systems.html> [Stand 28.01.2015].
- Smart industry (2015): Smart industry, Zoetermeer. Online verfügbar unter: <http://www.smartindustry.nl/> [Stand 05.02.2015].
- Smart Industry (Hrsg.) (2014): Smart Industry – Dutch Industry fit for the future, Zoetermeer. Online verfügbar unter: <http://www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2014/07/Opmaak-Smart-Industry.pdf> [Stand 28.01.2015].
- Smart Specialisation platform (2015): Smart Specialisation platform, Sevilla. Online verfügbar unter: <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/home> [Stand 05.02.2015].
- Spath, Dieter / Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer Verlag, Stuttgart. Online verfügbar unter: http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/Wissenschaftsjahr/2014-die-digitale-gesellschaft/Produktionsarbeit-der-Zukunft_Industrie-4.0.pdf [Stand: 16.10.14].
- Swedish Smartgrid (2015): the national action plan, Stockholm. Online verfügbar unter: <http://www.swedishsmartgrid.se/> [Stand 05.02.2015].
- Technische Universität Darmstadt (2015): Effiziente Fabrik 4.0, Darmstadt. Online verfügbar unter: <http://www.effiziente-fabrik.tu-darmstadt.de/menue/index.de.jsp> [Stand 19.02.2015].
- Technologie-Initiative SmartFactory e.V. (2015): SmartFactory KL e.V., Kaiserslautern. Online verfügbar unter: <http://www.smartfactory-kl.de/> [Stand 25.02.2015].
- Teralab (2015): Teralab, Paris. Online verfügbar unter: <https://www.teralab-datascience.fr/en/home> [Stand 05.02.2015].
- The White House (2013): President Obama launches advanced manufacturing partnership steering committee „2.0“, Washington D.C.. Online verfügbar unter: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/09/26/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership-steering-com> [Stand 10.02.2015].
- Transfernetz Rheinland Pfalz (2015): Über uns, Kaiserslautern. Online verfügbar unter: <http://www.transfer-rlp.de/> [Stand 29.01.2015].
- Transferstelle für Klimaschutz und Emissionshandel Hessen (2014): 4. Hessisches Transferforum – Hessischer Innovationstag, Wiesbaden. Online verfügbar unter: <http://www.transferstelle-emissionshandel-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=14624&newsid=17524&ref=20979> [Stand 28.01.2015].
- TÜV Rheinland (2014): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2013 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Teil 1: Ergebnisse, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2014-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile [Stand 11.02.2015].
- VDI (2014): Brasilien will die Wettbewerbsfähigkeit der eigenen Industrie stärken, Düsseldorf. Online verfügbar unter: <http://www.vdi-nachrichten.com/Aus-VDI/Brasilien-Wettbewerbsfaehigkeit-eigenen-Industrie-staerken> [Stand 10.02.2015].
- Wietfeld, Christian (2014): Kommunikationsnetze für CPS im Horizon 2020 Forschungsprogramm, Dortmund. Online verfügbar unter: http://ikt.nrw.de/uploads/tx_dgdownload/1391594186-Horizon2020_Wietfeld_23-1-2014.pdf [Stand 12.02.2015].

- Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (2014): Forschung, Entwicklung und Innovation sowie Wissens- und Technologietransfer, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Wissens-und-Technologietransfer.html> [Stand: 24.10.14].
- Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (2014): Kapital für Kleinunternehmen – Innovation Plus, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/Wirtschaft/Kapital-Kleinunternehmen-Innovation-Plus.html> [Stand: 24.10.14].
- Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (2014): Über uns, Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <http://www.wibank.de/de/UeberUns> [Stand: 15.12.2014].
- Wirtschaftsrat Deutschland (Hrsg.) (o.J.). Positionspapier des Wirtschaftsrates. Industrie 4.0. Die Zukunft der deutschen Industrie gestalten, Berlin. Online verfügbar unter: [http://www.wirtschaftsrat.de/wirtschaftsrat.nsf/id/AD3959CD76451FB7C1257808004B3ACF/\\$file/Positionspapier%20Industrie%204.0.pdf](http://www.wirtschaftsrat.de/wirtschaftsrat.nsf/id/AD3959CD76451FB7C1257808004B3ACF/$file/Positionspapier%20Industrie%204.0.pdf) [Stand 15. Januar 2015].
- Wuxi Investment Promotion Bureau (2015): Internet of Things and Cloud Computing Industry, Wuxi. Online verfügbar unter: <http://www.wxipb.com/en/character.aspx?sort=003> [Stand 28.01.2015]
- Zentralverband des Deutschen Handwerks (2014): Breitbandausbau: „Tempo anziehen!“, Berlin. Online verfügbar unter: <http://www.zdh.de/presse/interviews/archiv-interviews/breitbandausbau-tempo-anziehen.html> [Stand 23.01.2015].
- Zentrum Ressourceneffizienz (2014): Additive Manufacturing, Berlin. Online verfügbar unter: http://www.ressource-deutschland.de/instrumente/einzelansicht/?tx_innovationsradar_pi1%5Bid%5D=57&tx_innovationsradar_pi1%5Bstadium%5D=none&tx_innovationsradar_pi1%5Bcategory%5D=none&tx_innovationsradar_pi1%5Bpage%5D=11&cHash=069a01f9418565831b195a01c30a5af2 [Stand 10.02.2015].