



Studie

Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau

Region: Sachsen-Anhalt



Andrea Urbansky (Hrsg.) | Karolin Soisson



Zweckverband zur Förderung
des Maschinen- und Anlagenbaus
Sachsen-Anhalt e.V.

Impressum

Studie

»Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau«

Region: Sachsen-Anhalt

31.12.2015, Magdeburg, Germany

Auftraggeber:

Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

Herausgeber:

FASA e.V.

Dipl.-Ing. Andrea Urbansky

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg

Telefon +49 391 4090-321 | Telefax +49 391 4090-93321

urbansky@fasa-ev.de

www.fasa-ev.de

Redaktion: Andrea Urbansky | FASA e.V.

Titelbilder 1 und 3: Dirk Mahler | Fraunhofer IFF

Titelbild 2: Carsten Keichel | Fraunhofer IFF

Gestaltung: Karolin Soisson | FASA e.V.

Fotos, Bilder, Grafiken: Soweit nicht anders angegeben,

liegen alle Rechte bei dem Herausgeber

© 12/2015 FASA e.V.

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Sie entspricht dem Kenntnisstand der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim FASA e.V.

STUDIE »INDUSTRIE 4.0 IM MASCHINEN- UND ANLAGENBAU«

Dipl.-Ing. Andrea Urbansky, Karolin Soisson B.A.

Dezember 2015, FASA e.V., Magdeburg

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Studie durchgehend das generische Maskulinum genutzt (z. B. Leser). Dieser gibt keinerlei Auskunft über das Geschlecht und stellt keine implizierte Geschlechterdiskriminierung des weiblichen Geschlechts dar. Frauen und Männer mögen sich gleichermaßen angesprochen fühlen.

Inhalt

Vorwort überarbeitet, nicht freigegeben.....	5
Abstract	7
1 Konzeption der Studie	8
1.1 Ausgangssituation	8
1.2 Zielsetzung.....	10
1.3 Vorgehensweise.....	11
2 Industrie 4.0 in Sachsen-Anhalt.....	14
2.1 Industrie 4.0 – Ein Erklärungsansatz	15
2.2 Der Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt.....	16
2.2.1 Industrie 4.0: Verständnis und Akzeptanz	21
2.2.2 Industrie 4.0: Entwicklungsstand.....	24
2.2.3 Industrie 4.0: Mitarbeitersensibilisierung	29
2.2.4 Industrie 4.0: IT-Sicherheit und Datenschutz	34
2.3 Ableiten der FASA-Definition	37
3 Handlungsleitfaden für sachsen-anhaltische Unternehmen	40
4 Empfehlungen an die Politik.....	53
5 Glossar / Abkürzungsverzeichnis	59
6 Wir bedanken uns.....	65
7 Anhang.....	67
8 Nachweisverzeichnis	81



Dipl.-Ing. Reiner Storch,
Geschäftsführer, AEM-
Anhaltische Elektromo-
torenwerk Dessau
GmbH,
Foto: AEM-Anhaltische
Elektromotorenwerk
Dessau GmbH

Derzeit ist »Industrie 4.0« ein Thema mit einem großen Schlagwortcharakter. Für einen Mittelständler ist eine zeitnahe, praxistaugliche Anwendung nicht erkennbar. Was fehlt ist das Herunterbrechen auf Themen, die man nicht nur als Vision sondern auch als umsetzbare Projekte sieht. Das Thema lässt Interpretationen mit unterschiedlichsten Inhalten zu. Um die Realisierung von »Industrie 4.0« sinnvoll zu betreiben, sollte das Thema auf der einen Seite wissenschaftlich und auf der anderen Seite pragmatisch, d.h. in Form vieler realistischer Beispiele, betrachtet werden.

Dies hat sich der FASA e.V. auf die Fahne geschrieben: Wir sind Partner des Mittelstandes und das nicht nur in Sachsen-Anhalt sondern auch darüber hinaus. Die Erfahrungen, die wir in den vergangenen 20 Jahren mit vielen Unternehmen machen konnten, befähigen uns, dem Mittelstand als prädestinierter Partner zur Seite zu stehen.

Vor diesem Hintergrund empfehlen wir ein praxisorientiertes »Industrie 4.0 Anwendungszentrum« in dem Unternehmen neue Technologien praktisch austesten, sich zu technischen Standards informieren und für das eigene Unternehmen in Kooperation mit Wissenschaft und anderen Unternehmen neue Lösungsansätze entwickeln können. Ziel sollte es sein, das bereits vorhandene Know-How der Experten im Land zu nutzen.

Die Frage, die sich meines Erachtens im Zusammenhang mit Industrie 4.0 stellt, ist: Was macht für den Mittelstand Sinn? Jeder Unternehmer sollte sich die Frage stellen, wobei ihm Industrie 4.0 helfen kann – vielleicht bei der Gestaltung der eigenen Fertigungsprozesse, bei der Gestaltung des Produktportfolios oder bei der Gestaltung der Serviceprozesse.

Diese Studie ist ein Baustein zur Beantwortung von grundsätzlichen Fragen zum Thema »Industrie 4.0«.

Daten und Informationen sind ein Rohstoff der Zukunft. Unternehmen die diese schnell wachsende Ressource verarbeiten, wachsen schneller, haben höhere Renditen, schaffen neue Arbeitsplätze und haben ihren Sitz meist nicht in Deutschland. Die gerade gestartete Förderinitiative des Bundes »Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse« will deshalb insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen bei der digitalen Transformation unterstützen. Die sich aus der Vernetzung von Mensch und Maschine ergebenden Chancen, Risiken und neuen Geschäftsmodelle müssen zukünftig im Fokus stehen. Das Fraunhofer IFF trägt seinen Anteil bei, indem es Unternehmen unterstützt, sensibilisiert, informiert, qualifiziert und gemeinsam in konkreten praxisnahen Projekten Anschauungs- und Erprobungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 Anwendungen aufzeigt. Mit dem Virtual Development and Training Centre (VDTC) verfügt das Fraunhofer IFF über eine zentrale Infrastruktur zur Entwicklung und zum Transfer von Lösungen zur vollständigen Digitalisierung von Wertschöpfungsketten im Maschinen- und Anlagenbau und anderen Branchen. Eng damit verzahnt ist das Center for Digital Engineering, Management and Operation (CeDEMO) der Otto-von-Guericke Magdeburg, in dem erfolgreich Forschungs- und Lehrtätigkeiten gebündelt und koordiniert werden. Herausstellungsmerkmal des CeDEMO ist die fachlich-inhaltliche Vernetzung der Fakultäten Informatik, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften zu einem Zentrum, das Aus- und Weiterbildungsangebote zum Thema Digital Engineering and Operation vorhält.

Unser Ziel ist es ganzheitliche Aus- und Weiterbildung mit aktuellen Fragestellungen der Industrie zu verknüpfen und so Deutschlands führendes Hochschulzentrum für Forschung und Bildung in Industrie 4.0 zu werden, denn nur mit einer Strategie für die umfassende Digitalisierung und Automatisierung der Geschäfts- und Produktionsprozesse sind Unternehmen zukünftig effizient genug, um im weltweiten Wettbewerb zu bestehen. Mit unseren maßgeschneiderten Lösungen ermöglichen wir die sichere und nachhaltige Anwendung digitaler Werkzeuge über den gesamten Lebenszyklus von Maschinen- und Anlagen.



Univ.-Prof. Dr.-Ing.
habil. Prof. E. h. Dr. h.
c. mult. Michael
Schenk Institutleiter,
Fraunhofer-Institut
für Fabrikbetrieb und
-automatisierung IFF
Foto: Dirk Mahler

Abstract

Mit der Studie »Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau« möchten das Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft und der Zweckverband zur Förderung des Maschinen- und Anlagenbaus in Sachsen-Anhalt (FASA e.V.) nicht nur die aktuelle Situation in Sachsen-Anhalt erfassen und auswerten, sondern auch den Einzug der industriellen Digitalisierung in die Produkte und Prozesse sachsen-anhaltischer Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus befördern. Um dieses Ziel zu erreichen, fand (1) eine ausführliche Auseinandersetzung mit dem Begriff »Industrie 4.0« statt, wurde (2) eine Analyse der aktuellen Situation bzgl. »Industrie 4.0« in Sachsen-Anhalt durchgeführt und wurden (3) Handlungsempfehlungen entworfen, die sich sowohl an sachsen-anhaltische Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau als auch an die regionale Politik richten.

Die Aufnahme der IST-Situation wurde durch einen Online-Fragebogen durchgeführt, der an sachsen-anhaltische Kompetenzträger der Wertschöpfungskette rund um den Maschinen- und Anlagenbau elektronisch versandt wurde. Ergänzend wurden Expertengespräche durchgeführt, die die Ergebnisse der Online-Befragung spiegeln und durch praxisbezogene Anregungen ergänzen. Die Erhebung zeigt, dass in Sachsen-Anhalt verhaltene und zögerliche Einstellungen zu »Industrie 4.0« bestehen. Und dies, obwohl bereits ein hoher Automatisierungsgrad und somit ein guter Grundstein für die industrielle Digitalisierung vorhanden ist. Die Einbindung der Mitarbeiter in zukunftsorientierte Prozesse wird als wichtig erachtet, aber dennoch selten aktiv betrieben. Die Ergebnisse lassen auf ein großes Vertrauen in die IT- und Datensicherheit schließen, wobei an dieser Stelle noch ein hoher Grad der Auseinandersetzung nötig ist.

Herzstück der Studie ist der Handlungsleitfaden, der basierend auf den vorangegangenen Ergebnissen erstellt wurde. Es wurde ein 5-Schritte-Modell entworfen, welches den Fach- und Führungskräften eine umfassende Orientierung im Thema »Industrie 4.0« ermöglichen und die Integration ins eigene Unternehmen erleichtern soll. Da die Transformation in die vierte industrielle Revolution nicht von den Unternehmen allein abhängig ist, wurden ebenso Empfehlungen an die Politik ausgesprochen, welche die sachsen-anhaltische Wirtschaft fördern sollen.

Die Interaktion zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik ist zwingend notwendig, um den Anschluss in die digitale Arbeitswelt nicht zu verpassen. Die vorliegende Studie liefert dafür eine Kommunikations- und Argumentationsbasis.

1 Konzeption der Studie

1.1 Ausgangssituation

»Wie kein anderes Land ist Deutschland befähigt, die Potenziale einer neuen Form der Industrialisierung zu erschließen: Industrie 4.0«¹, heißt es im Abschlussbericht des »Arbeitskreises Industrie 4.0«. Dies hat auch die Politik erkannt. Beim IT-Gipfel 2014 sprachen Bundeskanzlerin Angela Merkel und Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel von einem Big-Data-Management und von einer Sensibilisierung des Mittelstandes für »Industrie 4.0«. Bis 2017 sollen 430 Millionen Euro Fördergelder zum Zwecke der Forschung und Entwicklung von Diensten rund um die industrielle Digitalisierung bereitgestellt werden.² Das Zukunftsprojekt »Industrie 4.0« der Bundesregierung adressiert nicht nur Forschungseinrichtungen und Institutionen, sondern auch kleine und mittelständische Unternehmen als Anbieter und Anwender von modernen Technologien. Dazu zählen bspw. 3D-Modellierungen oder digitale Assistenzsysteme. Ein Beispiel für die Unterstützung des Mittelstandes durch den Bund ist die Initiative »Industrie 4.0 – Forschung auf den betrieblichen Hallenboden«. Sie ist Teil der Hightech-Strategie der Bundesregierung und soll Verbindungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft knüpfen.³ Die Förderinitiative »Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse« ist ein weiterer Beleg für das Interesse der Politik, den Mittelstand und das Handwerk beim erfolgreichen Umgang mit der industriellen Digitalisierung und Vernetzung zu unterstützen.⁴

Unsere Empfehlung

Studie »Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand«

Juni 2015, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Erarbeitet von agiplan GmbH, Fraunhofer IML und ZENIT

Um das Thema »Industrie 4.0« auf eine breite Basis zu stellen, wurde im Frühjahr 2015 die »Plattform Industrie 4.0« ins Leben gerufen. Das durch Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel erklärte Ziel ist es, »[...] Industrie 4.0 zu einer Erfolgsgeschichte für Deutschland zu machen und unser Land als Leitanbieter für cyber-physische Produktionssysteme zu etablieren. Als Fabrikarüster der Welt bietet unsere Wirtschaft dafür sehr gute Vo-

raussetzungen [...]«.⁵ Durch das gemeinsame Vorgehen von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik will die Bundesregierung vorhandene Expertise bündeln, um die Chancen der industriellen Digitalisierung aktiv für Deutschland zu nutzen.

Dass eine umfassende Informationsstrategie notwendig ist, zeigt eine Studie der Porsche Tochter MHP (Mieschke Hofmann und Partner Gesellschaft für Management- und IT-Beratung mbH) aus dem Jahr 2014. Mit dem Begriff »Industrie 4.0« können 25 Prozent aller Befragten (227 Personen) noch nichts anfangen. Personen aus der Branche Maschinen- und Anlagenbau sind diesbezüglich besser informiert. Hier konnten lediglich 8 Prozent den Begriff nicht einordnen.⁶

Unternehmen in Sachsen-Anhalt, dessen bedeutendste Industriebranche der Maschinen- und Anlagenbau ist,⁷ erkennen die Relevanz von »Industrie 4.0« und arbeiten punktuell bereits damit. Laut dem VDI ist Sachsen-Anhalt für die beginnende vierte industrielle Revolution gut aufgestellt.⁸ Das Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt hat den Maschinen- und Anlagenbau als Treiber für das Land Sachsen-Anhalt erkannt. Das Ministerium definiert die Branche als wirtschaftlichen Leitmarkt, den es politisch zu unterstützen gilt. Veröffentlicht wurde dieses Anliegen in der »Regionalen Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014-2020« (Kapitel 2.2).

Prof. Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung in Magdeburg, erwartet, dass durch die Digitalisierung von Produkten und Produktionsprozessen immense Potenziale gehoben werden können. Ganz besonders hoch sind seiner Aussagen nach die Chancen für kleine und mittelständische Unternehmen, wenn es gelingt, Unternehmen zur aktiven Mitgestaltung von digitalen Wertschöpfungsketten zu befähigen. Der Wirtschaftsminister des Landes Sachsen-Anhalt Hartmut Möllring plädierte bei der Eröffnung der 18. IFF-Wissenschaftstage für ein »Gasgeben« sachsen-anhaltischer Unternehmen, um die Zukunft des Industriestandortes Sachsen-Anhalt zu stärken.⁹

Insgesamt zeigt die Analyse der Ausgangssituation, dass die Chancen und Herausforderungen, welche die Weiterentwicklung der Produktionsprozesse, Produkte und Dienstleistungen im Sinne von »Industrie 4.0« mit sich bringen, erkannt wurden und bereits im öffentlichen Diskurs stehen. Ein inhaltlicher Rahmen, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen, wurde somit geschaffen und sollte zukünftig weiter ausgebaut werden, damit Sachsen-Anhalt seinen Weg zur industriellen Digitalisierung aktiv gestalten kann.

Die Unternehmen bei ihren Ideen zu unterstützen, individuelles Wissen zu vereinen und neue Anreize und Möglichkeiten zu offerieren, ist die Aufgabe des FASA e.V. Mit der

vorliegenden Studie »Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau« möchte der Verein nicht nur die aktuelle Situation in Sachsen-Anhalt erfassen und auswerten, sondern ebenfalls den Prozess der industriellen Digitalisierung vorantreiben.

1.2 Zielsetzung

Die Welt von »Industrie 4.0« ist dynamisch und basiert auf technischen und organisatorischen Netzwerken. Unternehmer in Sachsen-Anhalt sollen ein Verständnis dafür entwickeln, was dies für ihr Unternehmen bedeutet und wie erste Schritte in Richtung der digitalen Vernetzung aussehen können. Da die entsprechende Einführung und Umsetzung unternehmensspezifisch ist, erhebt die Studie keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit. Die Absicht ist vielmehr, Orientierung durch Verständlichkeit und Transparenz zu geben. Diese soll zum einen motivieren und zum anderen die Basis für einen sicheren Einstieg in oder Ausbau von »Industrie 4.0« sein.

Die Studie des FASA e.V. hat somit zum Ziel, bei den Unternehmern des Landes Sachsen-Anhalt das Bewusstsein für die Bedeutsamkeit von »Industrie 4.0« für den Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt zu wecken und zu fördern. Sie soll die Unternehmen motivieren, erfolgreich die richtigen Hebel im Unternehmen zu betätigen und moderne Informations- und Kommunikationstechnologien zur Digitalisierung der Wertschöpfungskette und ihrer Geschäftsprozesse einzusetzen.

»Probleme kann man niemals
mit derselben Denkweise lösen,
durch die sie entstanden sind«

Albert Einstein

Folgende langfristige Vorteile sind nach dem Abschlussbericht des »Arbeitskreises Industrie 4.0«¹⁰ zu erwarten:

- Individualisierung der Kundenwünsche
- Flexibilisierung
- Optimierte Entscheidungsfindung
- Ressourcenproduktivität und -effizienz
- Wertschöpfungspotenziale durch neue Dienstleistungen
- Demografie-sensible Arbeitsgestaltung
- Work-Life-Balance
- Wettbewerbsfähigkeit als Hochlohnstandort

Die anvisierte **Zielgruppe** der Studie sind Führungs- und Fachkräfte im Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt. Ebenso werden die Ergebnisse der Studie für Kompetenz- und Verantwortungsträger anderer Branchen entlang der Wertschöpfungskette von Nutzen sein.

Konzeption der Studie

1.3 Vorgehensweise

Aufbau der Studie

In dieser Studie wird die IST-Situation bzgl. der Einstellung zum Thema »Industrie 4.0« in sachsen-anhaltischen Unternehmen mithilfe einer Online-Befragung und ergänzenden Experteninterviews verschiedener Unternehmensvertreter untersucht (Kapitel 2.2). Gleichzeitig wird eine situationsspezifische Definition von »Industrie 4.0« für den Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt erstellt (Kapitel 2.3).

Abschließend wird ein Handlungsleitfaden für die Unternehmen in Sachsen-Anhalt entworfen, der Fach- und Führungskräften helfen soll, sich im Feld von »Industrie 4.0« zielsicher zu bewegen und für die Region Sachsen-Anhalt wertschöpfend und zukunftsorientiert zu agieren. Auf diesem Weg sollen den Unternehmern die Vorteile und Potenziale der Digitalisierung ihrer Geschäftsprozesse nahegebracht und die Teilnahme an der vierten industriellen Revolution ermöglicht werden. Vier Handlungsfelder werden für diesen Zweck klassifiziert und durch konkrete Maßnahmen vertieft (Kapitel 3). Ebenso werden Empfehlungen an die Politik formuliert, die das Interesse der sachsen-anhaltischen Maschinen- und Anlagenbauer repräsentieren (Kapitel 4).

Die vorliegende Studie enthält an ausgewählten Stellen Literaturempfehlungen. Dabei handelt sich um Tipps für weiterführende Literatur, die der FASA e.V. dem Leser zur weiteren Informationsbeschaffung nahelegen möchte. Diese sind innerhalb des Textes blau markiert und durch den Hinweis »Unsere Empfehlung« eingeleitet. Des Weiteren enthält die Studie eine Literatursammlung im Anhang, die dem interessierten Leser weitere informative Einblicke in das Thema »Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau« ermöglicht.

Wissenswertes zur Online-Erhebung

Laut der Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalts sind rund 11.530 Beschäftigte in 79 Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus (Stand: 2013) in Sachsen-Anhalt tätig. Es ist sinnvoll, »Industrie 4.0« über die ganze Wertschöpfungskette zu betrachten; daher werden Betreiber von Maschinen- und Anlagen in der Onli-

ne-Befragung genauso einbezogen wie Lieferanten, Dienstleister und Hersteller von Komponenten. Hohe Priorität legt der FASA e.V. darauf, ausschließlich personalisierte E-Mail-Anfragen zu versenden und von einem wahllosen Massenversand abzusehen. Entsprechend dieser Prämissen wurde eine Empfängerliste für die Online-Befragung erstellt, die nach Beendigung der Recherche 139 Kontakte umfasste.

Dem Empfängerkreis standen 8 Wochen (Juni/Juli 2015) zum Ausfüllen des Fragebogens zur Verfügung. In diesem Zeitraum nahmen 32 Probanden an der Befragung teil, was einer Rücklaufquote von 23 Prozent entspricht. Die Gruppe der Befragten setzt sich aus Kompetenzträgern der Branchen Anlagenbau (21,9 Prozent), Chemische Industrie (18,8 Prozent), Maschinenbau (28,1 Prozent), Metallindustrie (9,4 Prozent), Mineralölverarbeitung (6,2 Prozent) und weiteren in der Wertschöpfungskette relevanten Unternehmen (15,6 Prozent) zusammen (siehe Abbildung 01).

In welcher Branche ist Ihr Unternehmen tätig?
Anzahl der Antworten: 32

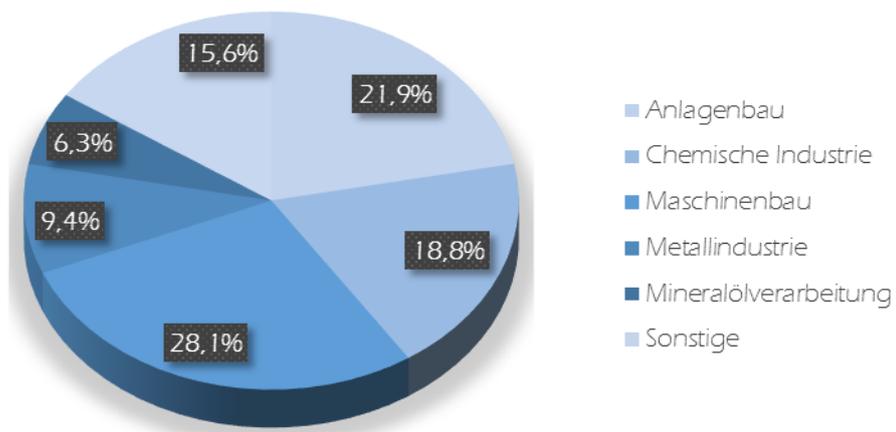


Abb. 01 Branchenübersicht, Quelle: FASA e.V.

Der Fragebogen umfasst fünf thematische Schwerpunkte:

- Fragen zum Unternehmen und zur Person
- Fragen zum Verständnis und zur Akzeptanz von »Industrie 4.0«
- Fragen zum Entwicklungsstand von »Industrie 4.0«
- Fragen zur Mitarbeitersensibilität für »Industrie 4.0«
- Fragen zur IT-Sicherheit und zum Datenschutz bzgl. »Industrie 4.0«

Die Schwerpunktsetzung erfolgt mit der Absicht, einen möglichst umfassenden Einblick in die Situation von Unternehmen in Sachsen-Anhalt zu erhalten. Von einer Vertiefung

in einzelne Themengebiete wurde abgesehen, da vom Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt (Auftraggeber der Studie) eine ganzheitliche Darstellung der IST-Situation in Sachsen-Anhalt gewünscht wurde. Der vollständige Online-Fragebogen befindet sich zur Information für den Leser im Anhang.

.....
Konzeption der Studie
.....

Wissenswertes zu den Expertengesprächen

Inspiziert von der Delphie-Methode wird die Online-Befragung durch individuelle Gespräche in Form von tiefengeleiteten Experteninterviews ergänzt. Ziel dieser Gespräche ist es, auf einzelne Aspekte der Online-Erhebung separat einzugehen und diese gesondert zu besprechen. Basierend auf dem vorhandenen praktischen Wissen sowie Spezial- und Fachwissen der Branche sollen auf diese Weise zusätzlich Funktionszusammenhänge oder Hintergründe aufgeklärt werden. 13 Experten aus mittelständischen Betrieben und Großunternehmen des Anlagen- und Maschinenbaus sowie der Prozessindustrie, bspw. tätig in der Funktion als Geschäftsführer, Bauleiter, Logistiker, Projektleiter u.a., unterstützten den FASA e.V. dabei, die Ergebnisse der Online-Erhebung zu spiegeln und auf relevante Aspekte gesondert einzugehen. Alle Kernbereiche von »Industrie 4.0« wurden somit abgedeckt.

Ergänzend wurden Gespräche mit der Handwerkskammer sowie der Industrie- und Handelskammer in Magdeburg durchgeführt. Ziel dieser Interviews war es, eventuelle Schnittstellen zwischen den verschiedenen sachsen-anhaltischen Branchen zu eruieren.

Die Methodenkombination im Forschungsdesign, die sorgfältige Probandenauswahl und die branchenübergreifende Verteilung der Befragungsteilnehmer zeigen, dass von einer Belastbarkeit der Ergebnisse auszugehen ist und die Ergebnisse somit repräsentativ sind.

2 »Industrie 4.0« in Sachsen-Anhalt

Der Begriff »Industrie 4.0« ist in aller Munde. Eine einschlägige Definition zu finden ist allerdings nicht einfach: Viele unterschiedliche Auffassungen, Meinungen, Komponenten und Referenzen, aber auch abweichende Gewichtungen der Schwerpunkte kreisen im Internet und in der fachspezifischen Literatur.

Das Thema »Industrie 4.0« zu diskutieren und dabei den Schwerpunkt auf Sachsen-Anhalt zu legen, ist Ziel dieses Kapitels. Es werden verschiedene Ansätze genutzt, um eine umfassende Auseinandersetzung zu realisieren. Dazu zählen:

- eine allgemeine Auseinandersetzung mit dem Begriff »Industrie 4.0«,
- das Aufzeigen von Best-Practice-Beispielen (im Anhang),
- die Auswertung der Online-Befragung von Unternehmern und Fachkräften in Sachsen-Anhalt sowie
- die Expertenaussagen.

Es stellt sich die Frage, wo das Land Sachsen-Anhalt im Jahr 2020 stehen will und welche Vision im Kontext von »Industrie 4.0« gesetzt werden kann.

Inspiziert durch die »Regionale Innovationsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt 2014-2020« und die vorhandenen Lösungsansätze sowie durch die möglichen Potenziale im Kontext von »Industrie 4.0« könnte folgende Vision 2020 Realität werden:

Kleine und mittelständische Unternehmen in Sachsen-Anhalt haben ihre Produkte und Dienstleistungen digitalisiert und können an nationalen und internationalen Wertschöpfungsketten teilhaben. Damit wachsen Sichtbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit dieser Unternehmen. Infolgedessen können sie weitere Marktanteile gewinnen.

Sachsen-anhaltische Unternehmen sind in der Lage, flexibel zu agieren – bei gleichzeitiger Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit. Die Abhängigkeit vom regionalen Markt löst sich auf.

2.1 Industrie 4.0 – Ein Erklärungsansatz

Während der Hannover Messe 2011 wurde der Begriff »Industrie 4.0« erstmals öffentlich erwähnt. Seitdem gibt es viele Arten, sich mit der Begrifflichkeit oder dem Konzept, welches sich dahinter verbirgt, zu befassen. Mit dem Ziel, einen anschaulichen Überblick der Inhalte von »Industrie 4.0« für den Leser der Studie zu schaffen, hat sich der FASA e.V. mit einigen der gängigen Definitionen auseinandergesetzt. Insgesamt wurden 13 Definitionen verglichen und ihre Schwerpunkte untersucht. Als Quellen dienten fachliche Veröffentlichungen wie Arbeitsberichte, Studien oder Lexikon-Einträge, aber auch Zeitschriftenartikel. Eine Übersicht der eruierten Definitionen befindet sich im Anhang in Form einer Linksammlung. Ein Vergleich verschiedener Definitionen ist hilfreich, um den inhaltlichen Umfang des Themas zu erfassen.

Die verschiedenen Definitionen wurden daraufhin geprüft, welche Aspekte in ihnen genannt werden, die »Industrie 4.0« charakterisieren. Die nachfolgende Auflistung zeigt das Ergebnis dieser Analyse auf einen Blick, geordnet nach der Anzahl der Nennungen:

vierte Form der Industrialisierung
Cyber-Physical Systems (CPS)
Internet der Dinge und Dienste
Vernetzung
neue Wertschöpfungsnetzwerke/-ketten
Individualisierung (der Kundenwünsche)
autonome Systeme/M2M-Kommunikation
Internet
Zukunftsprojekt/Hightech-Strategie der Bundesregierung
Echtzeitinformationen/-verarbeitung
Hybridisierung (Produkte und Dienstleistungen)
Integration von Kunden und Geschäftspartnern
Produktionsgewinne/Sicherung der Produktion
Gewinn an Flexibilität/Bewältigung von Komplexität
Einbeziehen der Umweltbilanz/Nachhaltigkeit
Marketingbegriff
dynamisches Management

Die Auseinandersetzung mit dem Thema »Industrie 4.0« erfordert somit auch die Auseinandersetzung mit den oben aufgeführten Schlagwörtern. Zur Unterstützung des Lesers befindet sich am Ende der Studie ein Glossar, in dem die nicht gängigen Schlagwörter kurz erklärt werden.

»Industrie 4.0« lässt sich aber nicht nur durch eine intensive Definitionsaueinandersetzung veranschaulichen. In Deutschland gibt es bereits einige Praxisbeispiele von digitalisierten Abläufen in der Industrie. Diese zeigen anschaulich, dass »Industrie 4.0« keine nebulöse Definitionswolke sein muss, sondern in verschiedenen Unternehmen bereits konkret Anwendung findet und messbare Vorteile mit sich bringt.

Eine Übersicht von einigen dieser Best Practice Beispiele befindet sich in einer Linksammlung im Anhang. Es wurden diverse Best Practice Beispiele im Rahmen der Studie recherchiert, die jedes Unternehmen für sich prüfen kann. Aus Sicht des FASA e.V. ist es wichtig, diese Best Practice Beispiele methodisch aufzubereiten, zu strukturieren und beispielsweise in Industriearbeitskreisen zur Diskussion zu stellen und somit den Wissenstransfer zwischen den Unternehmen auf einer Seite und zwischen der Forschung und der Wirtschaft auf der anderen Seite zu unterstützen. Das Rad nicht neu zu erfinden, sondern aus bereits gewonnenen Erfahrungen zu lernen, ist dem FASA e.V. ein wichtiges Anliegen. Flexibilität und Schnelligkeit sind die Attribute, die ein Industrie 4.0-fähiges Unternehmen auszeichnen sollten.

Unsere Empfehlung

Industrie 4.0 konkret – Lösungen für die industrielle Praxis

April 2015, VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

»Industrie 4.0« für den Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt aus Sicht des FASA e.V. wird in Kapitel 2.3 geschildert.

2.2 Der Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt

Im Februar 2014 veröffentlichte das Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt die »Regionale Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014-2020«. Diese soll »Spezialisierungsvorteile für ein intelligentes, nachhaltiges und sozial

integratives Wachstum nutzen und weiterentwickeln. Dafür bedarf es einer Orientierung auf zukünftig wichtige Märkte, sogenannte »Leitmärkte«, in denen gesellschaftliche, soziale und ökologische Bedarfe nachfragewirksam werden.«¹¹ Der Maschinen- und Anlagenbau (in Kombination mit Energie und Ressourceneffizienz) ist einer dieser Leitmärkte, der für Sachsen-Anhalt von besonderem Interesse ist und auf den sich die Innovationsstrategie stützt. Dieser gehört zu den fünf stärksten Umsatzbringern in Sachsen-Anhalt und entwickelt sich weiterhin hervorragend. Im Jahr 2014 zeigten sich konstante Monatsumsatzwerte, die – bis auf die Monate September und Dezember – über dem Niveau des Vorjahres lagen. Ebenso konnten Betriebe der Metallerzeugung und -bearbeitung eine Erhöhung des Umsatzes gegenüber dem Vorjahr verzeichnen. Die chemische Industrie straukelte zu Beginn des Jahres, konnte aber auf das ganze Jahr bezogen ebenso einen Umsatzzuwachs verbuchen.¹²

Unsere Empfehlung

Regionale Innovationsstrategie

Sachsen-Anhalt 2014-2020

Februar 2014, Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

Sachsen-Anhalt befindet sich wirtschaftlich gesehen im bundesweiten Vergleich im guten Mittelfeld. Ein überdurchschnittlich hoher Teil der Beschäftigten arbeitet in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Dies spiegelt sich auch in der Befragung zum Thema »Industrie 4.0« in Sachsen-Anhalt wieder. Mehr als die Hälfte (65,63 Prozent) der befragten Kompetenzträger arbeiten in kleinen und mittelständischen Unternehmen mit einer Mitarbeiterstärke von bis zu 250 Personen (siehe Abbildung 02).

Ein relativ geringer Teil ist in Großunternehmen beschäftigt. Auch verfügen eher wenige Unternehmen über Forschungs- und Entwicklungsabteilungen.¹³ Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass Unternehmen in Sachsen-Anhalt Forschungs- und Entwicklungsleistungen erbringen: Laut dem Mittelstandsberichts des Landes Sachsen-Anhalt aus dem Jahr 2014 ist es empirisch nachgewiesen, dass mittelständische Betriebe eine hohe Innovationsneigung aufweisen.¹⁴ Ergänzend kommt hinzu, dass Sachsen-Anhalt mit zwei Universitäten, vier Fachhochschulen und verschiedenen außeruniversitären Forschungseinrichtungen im wissenschaftlichen Bereich gut ausgestattet ist (eine Auflistung verschiedener Institutionen befindet sich im Anhang).¹⁵ Dies kann ebenfalls als Indiz für die Innovationsfähigkeit Sachsen-Anhalt gewertet werden.

Wie viele Mitarbeiter sind in Ihrem Unternehmen tätig?
Anzahl der Antworten: 32

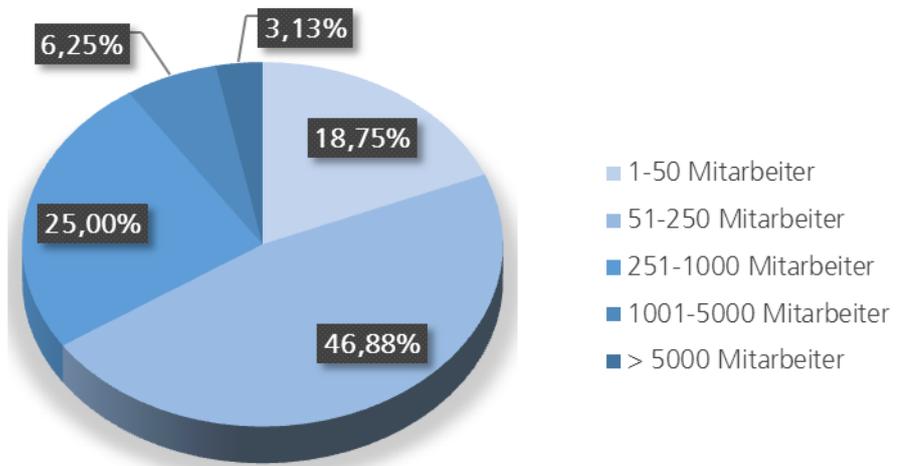


Abb. 02 Mitarbeiterstärke, Quelle: FASA e.V.

Gleichzeitig ist der Maschinen- und Anlagenbau – wie viele andere Branchen in Sachsen-Anhalt – von Fachkräftengpässen gekennzeichnet, da das Land vom Rückgang der Bevölkerung und einem steigenden Durchschnittsalter betroffen ist. Den Altersdurchschnitt der Mitarbeiter in den befragten Unternehmen zeigt Abbildung 03. Das Ergebnis stellt dar, dass auch in der Mehrheit (90,30 Prozent) der befragten Unternehmen ein hohes Durchschnittsalter (36-55 Jahre) vorhanden ist.

Welches Durchschnittsalter haben die Mitarbeiter in Ihrem Unternehmen?

Anzahl der Antworten: 31

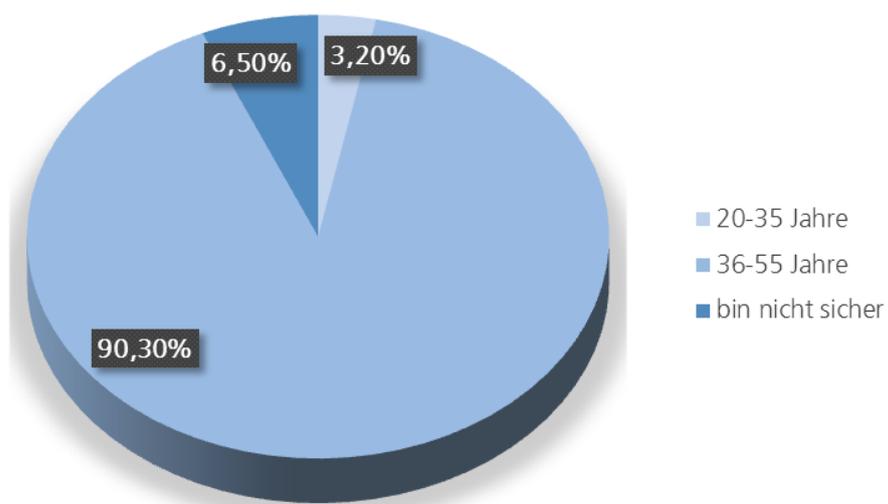


Abb. 03 Durchschnittsalter der Mitarbeiter, Quelle: FASA e.V.

An dieser Stelle ist auch die Politik gefragt: Neue Gestaltungskonzepte sind erforderlich. Zumal die fünfte regionalisierte Bevölkerungsprognose 2008 bis 2025 für Sachsen-Anhalt einen weiteren Bevölkerungsrückgang prognostiziert.¹⁶ Trotz dieser Entwicklung konnte im IV. Quartal des Jahres 2014 ein positiver Trend auf dem sachsen-anhaltischen Arbeitsmarkt beobachtet werden. Im Oktober und November 2014 lag die durchschnittliche Arbeitslosenquote mit 9,8 Prozent erstmals seit 1991 unter der 10 Prozent-Marke.¹⁷

In diesem gesellschaftlichen Rahmen ist der Maschinen- und Anlagenbau angesiedelt. Der Verfasser der Innovationsstrategie bezeichnet die Branche in Sachsen-Anhalt als »Solution Provider« und versteht sie als Förderer und Bearbeiter von produktionsoptimalen Lösungen von Produkten und Dienstleistungen. Im Zuge dieses Gedankens ist auch die Vision von »Industrie 4.0« als Wertschöpfungsstrategie angesiedelt. In einer SWOT-Analyse zum Leitmarkt »Energie, Maschinen- und Anlagenbau, Ressourceneffizienz« wurden die Hochwertigkeit des Maschinenbaus, vor allem beim Wirbelschichtverfahren, wie auch innovative Softwarelösungen als Stärken Sachsen-Anhalts klassifiziert. Die gleiche Analyse deklariert das Zukunftsprojekt »Industrie 4.0« als Chance für Sachsen-Anhalt.¹⁸

Unsere Empfehlung

Impulsmagazin HIER+Jetzt

01///2015

Januar 2015, Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

In der vorliegenden Studie wurden Experten zum Stärken- und Schwächenprofil Sachsen-Anhalts befragt. Ihre Einschätzungen geben wertvolle Einblicke in die Wahrnehmung relevanter Akteure in Sachsen-Anhalt (siehe Abbildung 04). Durch die Aufarbeitung der genannten Aspekte konnten gute Ansatzpunkte für den in Kapitel 3 beschriebenen Handlungsleitfaden und für die in Kapitel 4 genannten Empfehlungen an die Politik charakterisiert werden.

Worin liegen die Stärken des Landes Sachsen-Anhalt?

Wir haben
unsere Experten
gefragt...

- ... Unternehmer kennen sich untereinander. Die Vorteile dieses Netzwerks sollten genutzt werden
- ... Maschinen- und Anlagenbau als Treiber
- ... Politische Unterstützung ist vorhanden
- ... Forschungsstruktur ist vorhanden und Kooperationen mit Forschungseinrichtungen sind möglich
- ... Positive moralische Einstellung der Mitarbeiter zu ihrer Arbeit, es wird »angepackt«
- ... Überschaubare Strukturen und kurze Entscheidungswege zwischen Politik und Wirtschaft
- ... Infrastruktur an modernen und jungen Unternehmen ist vorhanden

Worin liegen die Schwächen des Landes Sachsen-Anhalt?

- ... Im Vergleich zu anderen Bundesländern zu wenig produzierendes Gewerbe in Sachsen-Anhalt
- ... Zu wenige autonom agierende Unternehmen; strategische Entscheidungen werden nicht in Sachsen-Anhalt getroffen (sondern am Hauptgeschäftsstandort)
- ... Manche Firmen, gerade Mittelständler, sind zu sehr auf ihr Tagesgeschäft konzentriert – darin liegt eine Gefahr, dass der Blick für die Zukunft nicht offen genug ist
- ... Mangel an Großunternehmen, die tatkräftig voranschreiten
- ... Kein flächendeckendes Breitbandinternet
- ... geringe Kapitalausstattung im ländlichen Raum

Abb. 04 Reaktionen der Experten auf die Frage nach den Stärken und Schwächen des Landes Sachsen-Anhalt, Quelle: FASA e.V.

2.2.1 »Industrie 4.0«: Verständnis und Akzeptanz

Die zu beobachtende abwartende und zögerliche Haltung vieler Unternehmer, vor allem im Mittelstand, wurde eingangs bereits erwähnt. Doch worin liegen die Gründe für diese Einstellung? Sind die Fach- und Führungskräfte in Sachsen-Anhalt nicht ausreichend informiert oder sind die Informationen, mit denen sich die Unternehmer permanent konfrontiert sehen, nicht konkret genug oder sogar irreführend? Was benötigen sachsen-anhaltische Unternehmer? Kann »Industrie 4.0« dabei helfen?

Die Ergebnisse der Befragung bieten zu einigen dieser Fragen Antworten an.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass sich 65,63 Prozent der Befragten bereits mit dem Zukunftsprojekt »Industrie 4.0« der Bundesregierung auseinandergesetzt haben. Es haben somit ca. $\frac{1}{3}$ der Befragten noch keinen Zugang zu dieser politischen Offensive gefunden.

Um herauszufinden, was genau diese 65,63 Prozent darunter verstehen, wenn sie sagen, dass sie sich bereits mit dem Thema beschäftigt haben, wurde die Anschlussfrage nach der Intensität der Auseinandersetzung gestellt. Die Antworten werden in Abbildung 05 gezeigt.

Wie sehr haben Sie sich mit der Initiative der Bundesregierung auseinandergesetzt?

Anzahl der Antworten: 21

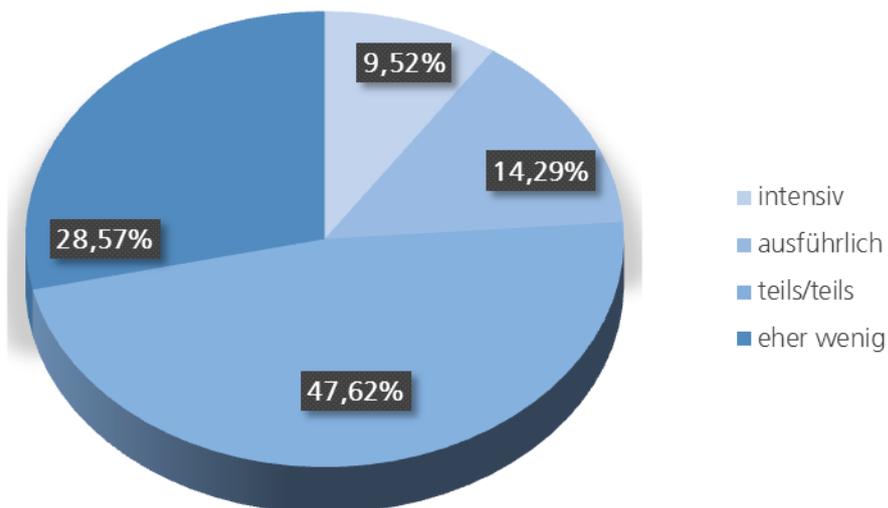


Abb. 05 Auseinandersetzung mit dem Zukunftsprojekt »Industrie 4.0«, Quelle: FASA e.V.

Die Initiative der Bundesregierung zielt darauf ab, die deutsche Wirtschaft auf die bevorstehende vierte industrielle Revolution vorzubereiten und sie somit handlungsfähig zu machen. Laut des Bundesministeriums für Bildung und Forschung hat »die deutsche Industrie [...] jetzt die Chance, die vierte industrielle Revolution aktiv mitzugestalten. Dabei lassen sich neuartige Geschäftsmodelle und erhebliche Optimierungspotenziale in Produktion und Logistik erschließen. Mit dem Zukunftsprojekt Industrie 4.0 wollen wir [BMBF] diesen Prozess unterstützen«. ¹⁹

65,63 Prozent der Befragten sagen, dass sie sich trotz der medialen Präsenz des Themas »Industrie 4.0« nicht gut darüber informiert fühlen. Betrachtet man die Vielzahl an Veranstaltungen, Interviews und Beiträgen zu diesem Thema irritiert diese Zahl sehr. Zumal 66,67 Prozent der Befragten angeben, selbst schon Informationsveranstaltungen zum Thema »Industrie 4.0« besucht zu haben. Die Frage, die an dieser Stelle zwingend gestellt werden muss, lautet: Woran liegt es, dass die Fach- und Führungskräfte sich nicht ausreichend informiert fühlen? Welche unterstützenden Maßnahmen wünschen sich die Unternehmer in Sachsen-Anhalt auf dem Weg zu »Industrie 4.0«? 82,8 Prozent der Befragten wünschen sich eine höhere Zahl veröffentlichter Best Practice Beispiele. Der bisherige mediale Umgang mit den Aspekten von »Industrie 4.0« ist offensichtlich zu theoretisch. Des Weiteren wird großer Wert auf Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen (44,8 Prozent) sowie auf Kooperationen von Unternehmen untereinander (41,4 Prozent) gelegt. Die detaillierte Darstellung der gewünschten Maßnahmen wird in Abbildung 06 dargestellt.



Abb. 06 Gewünschte Maßnahmen auf dem Weg zu »Industrie 4.0«, Quelle: FASA e.V.

Durchwachsen ist die Einstellung der Befragten zu dem Nutzen von »Industrie 4.0«. 40,63 Prozent sind sich nicht sicher, ob das Konzept von »Industrie 4.0« zukünftig dabei helfen wird, wettbewerbsfähig zu bleiben. 15,63 Prozent gehen nicht davon aus. 43,75 Prozent bejahen die Frage jedoch und sehen der industriellen Digitalisierung somit erwartungsvoll entgegen. Ähnlich durchwachsen sieht es bei der Frage aus, ob davon ausgegangen wird, dass »Industrie 4.0« dabei helfen wird, zukünftige Herausforderungen im Unternehmen zu bewältigen. Dies verneinen sogar 18,75 Prozent. 46,88 Prozent sind sich diesbezüglich unschlüssig, sodass nur knapp $\frac{1}{3}$ der Befragten einen positiven Nutzen von »Industrie 4.0« erwarten.

Die abwartende und zögerliche Haltung bei vielen Firmen kann sich somit lt. der Befragung, durch die praxisferne Qualität der Informationsvermittlung und das Fehlen eines umfassenden Vertrauens in die Chancen der Digitalisierung der Produktionsprozesse erklären lassen.

Die befragten Experten wurden mit den oben genannten Ergebnissen der Online-Befragung während der Einzelgespräche konfrontiert.

Für viele Experten spiegeln die Ergebnisse der Online-Befragung die eigene Wahrnehmung innerhalb Sachsen-Anhalts wieder. Unsicherheit und Unwissenheit sind generelle Probleme. Dipl.-Ing. Reiner Storch, AEM Dessau GmbH, geht sogar davon aus, dass die aufbereiteten Informationen bestimmte Personenkreise gar nicht erreichen und sich kleinere Unternehmen gar nicht vorstellen können, »Industrie 4.0« in irgendeiner Form umzusetzen. Dipl.-Ing. Peter Massag, Trinseo Deutschland GmbH, erklärt sich dies durch die fehlende Definition von »Industrie 4.0« für den Maschinen- und Anlagenbau. Gleichzeitig verweisen viele der Experten darauf, dass inhaltlich bereits im Sinne von »Industrie 4.0« gearbeitet wird, teilweise aber andere Begrifflichkeiten verwendet werden. Vor allem Dr. Christof Günther, InfraLeuna GmbH, und Dr. Thomas Köhler, Dow Olefinverbund GmbH (Dow), veranschaulichen, dass eine große Anzahl von Projekten realisiert wird, die die Digitalisierung voranbringen, bei denen sie sich von der analogen in die digitale Welt bewegen.

Es wird deutlich, wie wichtig die Unterscheidung zwischen kleinen, mittelständischen und großen Unternehmen ist. Die Herangehensweise an »Industrie 4.0« ist offensichtlich grundlegend abhängig von der Unternehmensgröße und den damit einhergehenden Möglichkeiten der einzelnen Betriebe. Größeren Firmen fällt die Auseinandersetzung mit dem Thema, so zeigt es das Ergebnis der Studie, leichter. Auf Grund der bestehenden Kooperationen und Abhängigkeiten von kleinen und mittelständischen sowie Großunternehmen, müssen allerdings Lösungen gefunden werden, die die breite Masse der sachsen-anhaltischen Betriebe ansprechen.

»Das Entscheidende für mich ist das Fitmachen unserer Wirtschaft, sich der Komplexität zu stellen sowie unsere Marktposition weltweit zu halten und zu stabilisieren. Wenn wir als Industriestandort Deutschland mit all unseren Problemen, wie bspw. der Entwicklung der Arbeitskräfte, auf unserem hohen Level bestehen wollen, müssen wir uns etwas einfallen lassen, um effizient und profitabel zu arbeiten und uns gegenüber unseren Wettbewerbern durchzusetzen.«

Dipl.-Ing. Joachim Peisker,
Technischer Leiter und Prokurist, Weber Industrieller Rohrleitungsbau &
Anlagenbau Merseburg GmbH & Co. KG

2.2.2 »Industrie 4.0«: Entwicklungsstand

»Ich kann noch 20 Mal auf Kongresse gehen und mir Informationen zu Industrie 4.0 besorgen, aber irgendwann muss es in die Umsetzung – das heißt: in den Muskel gehen«²⁰, so die Worte von Johann Soder, Geschäftsführer der SEW Eurodrive, Anbieter im Bereich Antriebstechnik. Konfrontativ und direkt könnte man die Argumentation von Herrn Soder beschreiben. Ganz im Gegensatz zu der abwartenden und zögerlichen Haltung, die im Umgang mit »Industrie 4.0« oft beobachtet wird.

Was veranlasst ihn, dem Thema so selbstbewusst entgegenzutreten? Ein solider finanzieller Hintergrund? Die gute technische Ausstattung seiner Maschinen und Anlagen? Oder ein avantgardistisches Team, welches dem Thema offen begegnet? Vielleicht ist es auch nur die Tatsache, dass er bereits digitale Technologien und Werkzeuge nutzt, ohne lange darüber nachzudenken, ob diese schon unter die Rubrik »Industrie 4.0« fallen?

Die Erhebung des FASA e.V. zeigt, dass nur 22,6 Prozent der Befragten darauf hinweisen, noch keine Technologien im Sinne von »Industrie 4.0« in ihren Unternehmen einzusetzen. Somit sind 77,4 Prozent der befragten Unternehmen bereits auf einem guten

Weg Richtung »Industrie 4.0« – obwohl die innere Einstellung vieler Führungs- und Fachkräfte laut der Befragung eher kritisch ausfällt (siehe Kapitel 2.2.1). Dass digitale Technologien in die Prozessabläufe aber bereits eingeführt werden, zeigt sich in den folgenden Beispielen: Allem voran hat sich die Arbeit mit Echtzeitdaten (38,7 Prozent) in sachsen-anhaltischen Unternehmen etabliert. 32,3 Prozent nutzen bereits Cloud-Anwendungen. Daten werden somit bereits auf vernetzten Rechnern gespeichert und verarbeitet. Ein automatischer Informationsaustausch zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten und Fahrzeugen, die sogenannte M2M-Kommunikation, spielt bereits in 19,4 Prozent der befragten sachsen-anhaltischen Unternehmen eine Rolle. Ebenso findet die intelligente und echtzeitnahe zustands- und situationsbezogene Wissensgewinnung aus vernetzten Massendaten »Smart Data« in 19,4 Prozent der befragten Unternehmen Anwendung. Bei der Frage nach konkreten Werkzeugen im Sinne von »Industrie 4.0« konnte festgestellt werden, dass mehr als $\frac{2}{3}$ der Befragten (67,7 Prozent) bereits 3D-Modelle in den Arbeitsprozess integriert haben. Ebenso finden digitale Assistenzsysteme (22,6 Prozent), virtuelle Lernoberflächen (19,4 Prozent), RFID-Chips (19,4 Prozent) und Barcodes bzw. QR-Codes (3,2 Prozent) bereits Anwendung in sachsen-anhaltischen Unternehmen. Nur 12,9 Prozent der Befragten verneinen den Einsatz von Werkzeugen im Sinne von »Industrie 4.0« in ihren Unternehmen.

Im Abschlussbericht des »Arbeitskreises Industrie 4.0« heißt es, dass eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zur vierten industriellen Revolution das Thema der technischen Standardisierung in Form einer gemeinsamen Referenzarchitektur darstellt.²¹ Dies sehen 44,8 Prozent der Befragten ebenso und bemängeln die fehlenden oder mangelhaften Standardisierungen. Eine noch größere Herausforderung wird in der Zusammenführung der verschiedenen Systeme und der problemlosen Datendurchgängigkeit innerhalb des Betriebs gesehen. 69,0 Prozent empfinden dies so. Dies kann unter anderem ebenfalls auf fehlende interne Standardisierungen zurückgeführt werden. Die IT-Infrastruktur so aufzustellen, dass sie schnell und flexibel verschiedene Komponenten und Prozesse verknüpft, sollte somit als Ziel erklärt werden. Allerdings sehen 17,2 Prozent in den mangelhaften internen IT-Infrastrukturen weitere Herausforderungen, um Maschinen und Anlagen im Sinne von »Industrie 4.0« umzurüsten. Dies ist somit ein weiterer Aspekt, mit dem eine intensive Auseinandersetzung zu empfehlen ist. Ebenso wird das Thema der Datensicherheit mit Skepsis betrachtet. Für 37,9 Prozent der Befragten ist dies ein Schwerpunkt, mit dem es sich auseinanderzusetzen gilt. Eine gesonderte Darstellung dieser Thematik findet in Kapitel 2.2.4 statt. Die größten Herausforderungen aus Sicht der Befragten in der Aufgabe, Maschinen und Anlagen im Sinne von »Industrie 4.0« umzurüsten, wird in Abbildung 07 dargestellt.

Worin sehen Sie die größten Herausforderungen, Maschinen oder Anlagen im Sinne von »Industrie 4.0« umzurüsten?
 Maximal 3 Nennungen möglich.
 Anzahl der Teilnehmer: 29

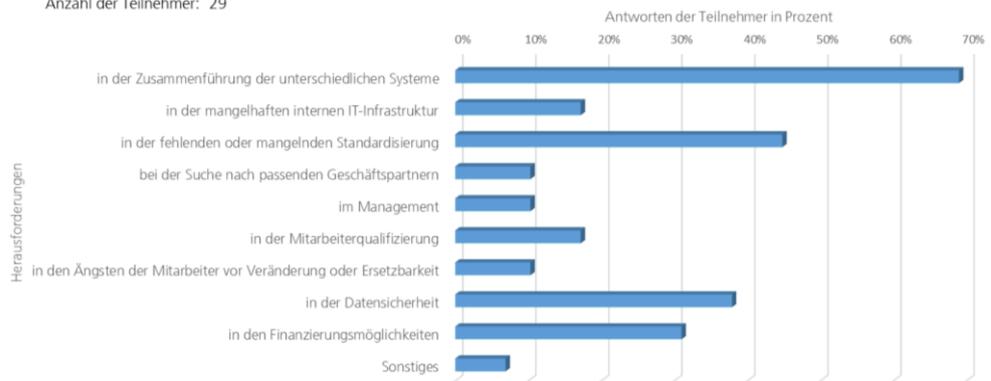


Abb. 07 Herausforderungen auf dem Weg zu »Industrie 4.0«, Quelle: FASA e.V.

Bisher lässt sich zusammenfassen, dass ein basales Stadium von industrieller Digitalisierung in der Mehrheit aller sachsen-anhaltischen Betriebe festzustellen ist. Allerdings müssen sich die Fach- und Führungskräfte mit Herausforderungen grundlegender Art auseinandersetzen, um ihre Unternehmen digital weiterzuentwickeln. Der Wechsel von Insellösungen zu ganzheitlichen Gesamtlösungen ist das Ziel. Die Frage ist jedoch, wie dies erreicht werden kann: Gibt es bspw. ein Entwicklungs- oder Veränderungsmanagement? Wie begegnen sachsen-anhaltische Unternehmen der Umsetzung von »Industrie 4.0« strategisch? Die Umfrage ergab, dass nur 3,2 Prozent der befragten Betriebe eine eigene Abteilung besitzen, die sich mit der Verwirklichung der »Industrie 4.0«-Vision befasst. 9,7 Prozent widmen sich der Thematik in Form einer Projektgruppe. 16,1 Prozent der Befragten sagen, dass es zwar ein Entwicklungsmanagement gibt, dies aber eher in Form einer gemeinsamen unternehmensübergreifenden Strategie besteht. 22,6 Prozent verneinen die Existenz eines Entwicklungsmanagements im Unternehmen, weisen aber darauf hin, dass regelmäßig darüber gesprochen wird. Der größte Prozentsatz der Befragten (45,2 Prozent) verweist darauf, dass diesbezüglich kein strategisches Management existiert und »Industrie 4.0« selten bis gar nicht thematisiert wird. Dies zeigt, dass dem Wandel in die vierte industrielle Revolution noch nicht genügend Bedeutung beigemessen wird, um sich eingehend damit zu befassen. Auffällig ist an dieser Stelle die Divergenz zwischen Theorie und Praxis. Viele Unternehmen in Sachsen-Anhalt setzen sich offensichtlich nicht bewusst mit theoretischem Wissen zu dem Thema auseinander. Dennoch gestalten sie die Praxis bereits (unbewusst?) zukunftsorientiert: Sie nutzen die Vorzüge von Echtzeit-Daten, Cloud-Anwendungen oder neuen Visualisierungsmethoden. Der FASA e.V. interpretiert dies so, dass neuartige Technologien der industriellen Digitalisierung und Vernetzung als zielführend und wertschöpfend verstanden und somit im Unternehmen auch schon eingesetzt werden. Dies geschieht aber ohne Reflexion der Gesamtheit an Anforderungen und Potenzialen, die

sich hinter dem Begriff »Industrie 4.0« verbergen. Dies zeigen zum einen die Ergebnisse der Online-Befragung und zum anderen die Aussagen unserer Experten, wie in Kapitel 2.2.1 beschrieben. »Industrie 4.0« wird nicht »ausgerufen«, sondern entwickelt sich durch die betrieblichen Erfordernisse der einzelnen Unternehmen.

Eine weitere interessante Frage, die in den Expertengesprächen aufgeworfen wurde, ist folgende: Welchen Anwendungsbereich möchte das Unternehmen durch »Industrie 4.0« gestalten? Jeder Unternehmer sollte für sich die Fragen klären: Geht es um das Produkt, bspw. in Form von netzwerkfähigen Werkzeugen, die sein Unternehmen auf dem Markt anbietet? Oder geht es um den Produktionsprozess, bspw. in Form von interaktiven Arbeitsplätzen oder mobilen Assistenzsystemen, durch welche die Mitarbeiter permanent geschult oder Durchlaufzeiten verkürzt werden können? Oder geht es um die Dienstleistungen und den Service direkt am Kunden, wie die KSB AG es mit ihrer App Sonolyzer (siehe Linksammlung: Praxisbeispiele zum Thema »Industrie 4.0«) bereits beispielhaft umsetzt? Die wirtschaftlichen und betrieblichen Rahmenbedingungen, denen die einzelnen Unternehmen unterliegen, entscheiden darüber, welchen dieser Schwerpunkte (Produkt, Produktion, Service) ein Unternehmen für sich setzen kann bzw. ob die Konzentration auf mehrere Aspekte möglich und sinnvoll ist. Unternehmer wie Dipl.-Ing. Reiner Storch, AEM Dessau GmbH, können sich vorstellen, »Industrie 4.0«-fähige Produkte herzustellen und zu vermarkten. Die Vernetzung seiner Produktion sieht er in naher Zukunft allerdings noch nicht. Dr. Thomas Köhler, Dow Olefinverbund GmbH, hingegen verweist darauf, dass die petrochemische Industrie primär auf kontinuierlichen Prozessen der klassischen chemischen Verfahrenstechnik beruht. Hier zeigen sich insbesondere in Bereichen der vorbeugenden Instandhaltung, Logistik, Engineering oder des Baustellenmanagements neue Einsatzpotenziale. Darüber hinaus ist das Portfolio der Spezialchemikalien zu erwähnen: Auf Grund der kürzeren Produktlebenszyklen, der dynamischen Veränderungen in der Spezifikation und der individuellen Kundenwünsche wird die digitale Vernetzung an dieser Stelle signifikante Marktvorteile bringen. Auch Dipl.-Ing. Peter Massag, Trinseo Deutschland GmbH, vertritt die Vorzüge der Vernetzung und verweist auf die Ressourcenersparnisse, die möglich sind, sobald Informationen zu Maschinen oder Anlagen durch den Handwerker vor Ort abgerufen werden könnten. Die Entscheidung zum weiteren Vorgehen könnte somit direkt am Produkt bzw. im Prozess getroffen werden.

Firmen, die langfristig erfolgreich bleiben wollen, müssen sich den Herausforderungen der Digitalisierung ihrer Prozesse, Produkte und Dienstleistungen stellen. Und dies vor allem bewusst. Sich nicht treiben zu lassen, sondern den Weg aktiv zu gestalten, sollte der Ansatz sein. Die Fach- und Führungskräfte müssen agieren und nicht reagieren.

»Der beste Weg,
die Zukunft vorher zusagen
ist, sie zu erfinden.«

Alan Curtis Kay, amerikanischer Computerwissenschaftler

Durch die bewusste und gezielte Auseinandersetzung mit »Industrie 4.0« können Unternehmen eine eigene Strategie entwickeln, die ihr Unternehmen digital transformiert – situationsgerecht, wirksam und nachhaltig. Grundlegendes Wissen, Verständnis von Zusammenhängen und Kennen von Best Practice Beispielen sind dafür Voraussetzungen. So kann der Weg von vereinzelt Insel- zu vernetzten Gesamtlösungen realisiert werden.

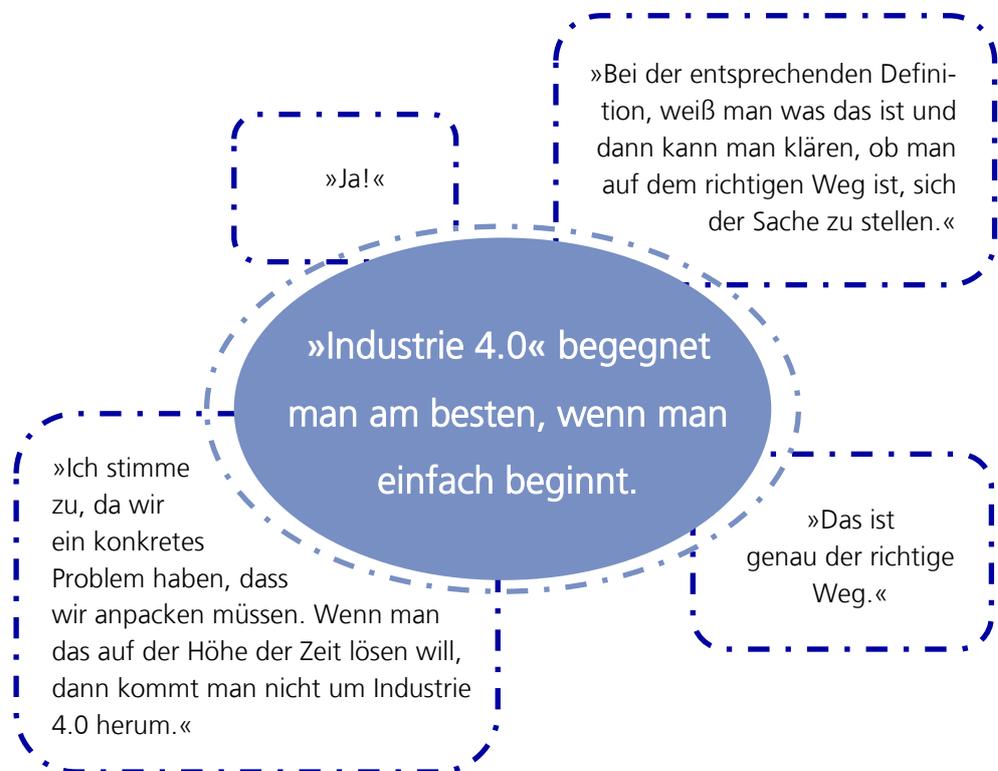


Abb. 08 Reaktionen der Experten auf die These »Industrie 4.0 begegnet man am besten, wenn man einfach damit beginnt«, Quelle: FASA e.V.

Unsere Empfehlung

Leitfaden Industrie 4.0 – Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand

April 2015, VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

2.2.3 »Industrie 4.0«: Mitarbeitersensibilisierung

Die Zukunft der Arbeit im Kontext von »Industrie 4.0« ist ein sehr populäres Themengebiet, dem sich aktuell viele Programme und Arbeitsgruppen widmen. Die vielfältigen Folgen des Einzugs von Informations- und Kommunikationstechnologien werden bereits seit Jahren prognostiziert. Dies betrifft nicht nur die industrielle Wertschöpfungskette, sondern alle Lebens- und Arbeitsbereiche unserer Gesellschaft. So wird es bspw. in der Broschüre zur Ergebnisdokumentation des Diskurses zur Zukunft der Arbeit in der »Industrie 4.0« geschildert.²² Von einem Aufbruch in eine neue Lebens- und Arbeitskultur wird dabei gesprochen.

Eine neue Arbeitskultur? Was bedeutet das? Müssen immer mehr Mitarbeiter entlassen werden, da vernetzte Maschinen und Anlagen ihre Tätigkeiten übernehmen? Wird es bald eine menschenleere Fabrik geben?

Das sind die Ängste, mit denen sich auch die Arbeitskräfte in Sachsen-Anhalt konfrontiert sehen. Fach- und Führungskräfte wurden danach gefragt, worin sie die größten Hürden sehen, wenn es um die Mitarbeiterbefähigung im Zuge der digitalen Transformation geht. Mit 44,8 Prozent wurden die Ängste der Mitarbeiter vor Veränderungen als größte Herausforderung genannt (Übersicht aller Hürden siehe Abbildung 09). Dabei wird seit Jahren dafür appelliert, diese Ängste zu nehmen und den Menschen vielmehr als wichtigsten Partner der digitalisierten Industrie einzuordnen.

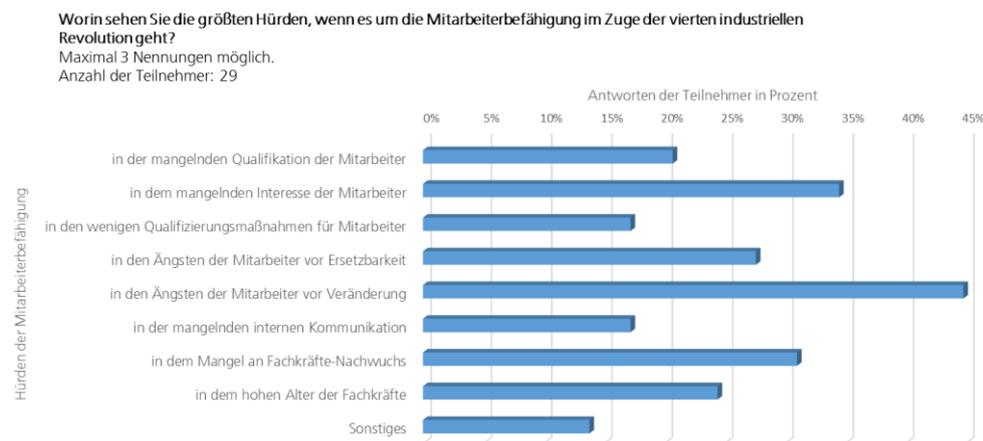


Abb. 09 Auswahl an Hürden bei der Integration von Mitarbeitern, Quelle: FASA e.V.

»Der Produktionsmitarbeiter wird zum Dirigenten der Wertschöpfung werden.«

Thomas Bauernhansl,
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, in einem Interview mit Peter Ilg, vdi nachrichten, 2014²³

Bereits 2013 verweist der Industriesoziologe Hartmut Hirsch-Kreinsen, Professor an der Universität Dortmund, darauf, »dass der Erfolg und die Innovationsfähigkeit der deutschen Industrie zu einem sehr großen Teil auf den hohen Qualifikationen der Beschäftigten – seien es Facharbeiter, Techniker oder Ingenieure – beruhen.«²⁴ Die Arbeitskraft des Menschen soll durch »Industrie 4.0« nicht ersetzt, sondern vielmehr unterstützt werden. So können zum Beispiel Assistenzsysteme die Mitarbeiter kollaborativ unterstützen und körperliche Überanstrengung minimieren. Die Firma Fangmann Energy Services GmbH Co. & KG aus Salzwedel verwendet bspw. digitale Lernmodule zu Schulungszwecken. Ihre Mitarbeiter können das Bedienen der Anlage trainieren, ohne sich oder die teure Technik zu gefährden (siehe Linksammlung: Praxisbeispiele zum Thema »Industrie 4.0«). Die Potenziale von Menschen und Maschinen je nach individueller Stärke zu nutzen, erfordert allerdings eine offene Haltung der Thematik gegenüber. Im Zuge der Befragung wurde ermittelt, dass 34,5 Prozent das mangelnde Interesse der Mitarbeiter für die Thematik als große Herausforderung sehen. Gleichzeitig zeigt die Befragung, dass 63,3 Prozent der Unternehmen keine internen Maßnahmen durchführen, um die Mitarbeiter für das Thema zu sensibilisieren. 23,33 Prozent sind sich diesbezüglich nicht sicher und nur 13,33 Prozent bejahten diese Frage. Dies zeigt, dass ein Engagement der Mitarbeiter zwar gewünscht, aber nicht aktiv unterstützt wird.

Die meisten Produktionsarbeiter werden mit der thematischen Auseinandersetzung alleingelassen, und dies, obwohl 80,0 Prozent der Befragten darauf hinweisen, dass es dringend notwendig oder zumindest hilfreich ist, Mitarbeiter in den Prozess der Integration der industriellen Digitalisierung zu involvieren (siehe Abbildung 10).

Sollten Mitarbeiter in den Prozess der Integration der Digitalisierung involviert werden?
Anzahl der Antworten: 30

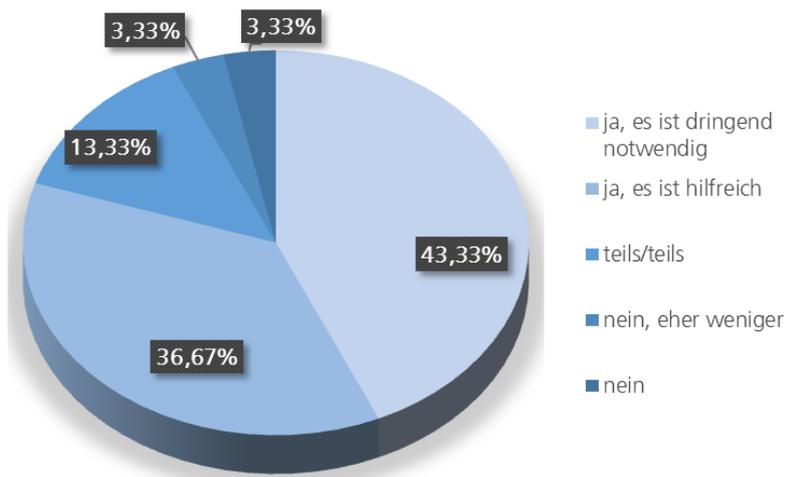


Abb. 10 Dringlichkeit, die Mitarbeiter in den Prozess der industriellen Digitalisierung zu integrieren, Quelle: FASA e.V.

Die Befragten, in deren Unternehmen eine aktive Informations- und Sensibilisierungspolitik betrieben wird, nannten folgende intern durchgeführte Maßnahmen:

- ... Kommunikation auf hohem technischen Stand halten
- ... Schulungen und Diskussionsrunden realisieren
- ... Mitarbeiter in aktuelle Entwicklungen einbeziehen
- ... Interne Informationsvermittlung (social network, Intranet) vorantreiben
- ... Interne Projekte, bei denen die Mitarbeiter einbezogen werden
- ... Bewusstsein für die Vorteile schaffen (bspw. Automatisierung der immer wiederkehrenden Tätigkeiten)
- ... Motivation der Mitarbeiter (bspw. durch freigestellte Arbeitszeit) erhöhen, um sich über neue Werkzeuge zu informieren und diese auszutesten

Wie einfach es ist, permanente Weiterbildung der Mitarbeiter und das prozessbezogene Lernen in die Arbeitsabläufe zu integrieren, wird an diesen Maßnahmen gut veranschaulicht. Die Möglichkeiten eines umfangreichen Change-Managements gehen allerdings viel weiter.

»Der Antrieb für uns ist es nicht, »Industrie 4.0« zu machen, sondern dass wir sehen: Wir müssen mit unserem Personal sehr effizient umgehen. Und das schon heute und zukünftig noch viel mehr, da wir angesichts der demographischen Entwicklung Schwierigkeiten haben werden, im bisherigen Maße Mitarbeiter zu rekrutieren.«

Dr. Christof Günther,
Geschäftsführer, InfraLeuna GmbH

Wie bereits ausführlicher in Kapitel 2.2 erläutert, ist Sachsen-Anhalt von Fachkräftengpässen gekennzeichnet. Dadurch wird es auch zukünftig eine Herausforderung sein, vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen, die Bedarfe an qualifiziertem Personal abzudecken²⁵. Dies bestätigt auch die Umfrage, in der 31,0 Prozent angeben, dass der Mangel an Fachkräfte-Nachwuchs eine der größten Hürden auf dem Weg zu »Industrie 4.0« darstellt. Zu dem Aspekt des Fachkräftemangels und seiner Bedeutung für »Industrie 4.0« offeriert Dr. Christof Günther, InfraLeuna GmbH, eine interessante Blickrichtung: Er stellt die These auf, dass die Transformation zu vernetzten Maschinen und Anlagen ein Lösungsweg für die existierenden Engpässe von qualifiziertem Personal sein kann. Mitarbeiter von monotonen Arbeiten zu entbinden schafft den Freiraum, die gewonnenen Ressourcen für die Lösungsfindung von betrieblichen Herausforderungen einzusetzen. Ein interessanter Gesichtspunkt, der den Diskurs um einen neuen Aspekt erweitert. Einen anderen Ansatz bezüglich des Aspektes der Fachkräftengpässe erörtert Dipl.-Ing. Frank Willkomm, SKL Engineering & Contracting GmbH. Er beanstandet, dass die Hochschulen im Land nicht bedarfsgerecht ausbilden. Die Akkreditierung von Studiengängen sollte nicht ohne einen Blick auf die wirtschaftliche Situation in der Region vorstattengehen. Gleichzeitig sollte ein erweiterter Praxisbezug in der universitären Lehre Einzug halten.

Die oben erwähnten Ängste der Mitarbeiter vor Veränderungen wurden ebenfalls mit den Experten diskutiert. Die Rückmeldungen der Experten sind sehr unterschiedlich. Die Mitarbeiter eines Unternehmens sind in der Regel eine heterogene Gruppe: Es gibt langjährige Mitarbeiter mit einem hohen Grad an Erfahrungswissen, Berufseinsteiger, Praktiker, Theoretiker, Ingenieure, Sachbearbeiter, Maschinenbediener u.v.m. Je nach

Unternehmenskultur sind Umgang wie auch Kommunikation zwischen Management und Mitarbeitern verschiedenartig gestaltet. Einig waren sich die meisten Experten bei dem Aspekt, dass die Ängste der Mitarbeiter keine Gefahr für »Industrie 4.0«-basierte Betriebsabläufe sind. Laut Dr. Thomas Köhler ist bei der Dow Olefinverbund GmbH keine Angst vor der Digitalisierung wahrnehmbar. Seiner Meinung nach kann dies daran liegen, dass die Veränderungsprozesse im Unternehmen gut vorbereitet und kommuniziert werden. Dies bestätigen auch andere Experten und verweisen darauf, dass eine gewisse Improvement-Mentalität vorliegt. Die angestellten Ingenieure sind offen für und interessiert an neuen Technologien. Sie probieren gerne etwas aus und sind auf erzielte Effekte stolz, so die Resonanz von mehreren Experten aus kleinen und mittelständischen Unternehmen in Sachsen-Anhalt. Dies bestätigt auch Dr. Gerhard Wulf, in dem er auf die Philosophie der kontinuierlichen Verbesserung verweist, die bei der Zellstoff Stendal GmbH aktiv gelebt wird. Eventuelle anfängliche Skeptiker lassen sich spätestens durch den Erfolg der Maßnahmen überzeugen. Dipl.-Ing. Joachim Peisker verweist in diesem Zusammenhang auf die bei der Weber Industrieller Rohrleitungsbau & Anlagenbau Merseburg GmbH & Co. KG gelebte Praxis der »Smart Teams«, die sich aus Mitarbeitern von Seiten der Kunden und Dienstleister zusammensetzen, um aus realisierten Projekten Verbesserungspotenziale zu identifizieren, Erfahrungswissen zu generieren und somit den kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu stützen.

Für den FASA e.V. sind die unterschiedlichen Rückmeldungen der Online-Befragung und der Expertengespräche ein Zeichen dafür, wie wichtig es für jeden Unternehmer ist, die eigenen Mitarbeiterstrukturen zu betrachten und individuell zu bewerten.

Relevante Fragen in diesem Zusammenhang sind: Wie kann man qualifiziertes Personal ausbilden und binden? Wie kann das Interesse der Mitarbeiter für eine veränderte Arbeitskultur geweckt werden und wie lassen sich die Ängste vor Ersetzbarkeit minimieren? Konferenzen wie die Fachtagung »Arbeit in der digitalisierten Welt«, welche vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung ausgerichtet wird, aber auch Veranstaltungen wie die Wissenschaftstage des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg, die sich u.a. dem Thema »Mensch und Industrie 4.0« widmen, können Anreize und Ideen generieren.

Die Verpflichtung, sich mit den Interessen und Anschauungen der Mitarbeiter auseinanderzusetzen, kann ein Unternehmen allerdings nicht extern abtreten.



Abb. 11 Reaktionen der Experten auf die These »Eine menschenleere Fabrik wird es durch Industrie 4.0 nicht geben«, Quelle: FASA e.V.

2.2.4 »Industrie 4.0«: IT-Sicherheit und Datenschutz

Wie bereits in Kapitel 2.2.2 angedeutet, ist das Thema der IT-Sicherheit und des Datenschutzes ein Schwerpunkt, wenn es um die Betrachtung der industriellen Vernetzung geht. Die industrielle Digitalisierung wird durch drei wichtige Eigenschaften geprägt, aus denen sich die zentralen Herausforderungen für die IT-Sicherheit ergeben²⁶:

- Alle physischen Systeme werden von Informationstechnologien erfasst und schrittweise mit dem Internet verbunden.
- Die Komplexität der Informationstechnologie nimmt durch die vertikale und horizontale Integration in die Wertschöpfungsprozesse erheblich zu.
- Jedes System ist praktisch zu jeder Zeit und von jedem Ort über das Internet erreichbar.

Aus diesen Charakteristiken ergeben sich die Gefahrenquellen für die digitale Fabrik, einzelne Anlagen und Maschinen oder andere produktionsrelevante Komponenten. Angriffe über das Internet können aus großer Distanz von nahezu jedem Ort der Welt eingeleitet werden. Ein bisher noch fehlendes Sicherheitsbewusstsein führt zu unzureichend abgesicherten Systemen. Der Informationsaustausch – in der privaten sowie der geschäftlichen IT-Nutzung – wird oft noch zu sorglos betrieben, so schildert es der Lagebericht zur IT-Sicherheit in Deutschland 2014²⁷.

Doch was können Unternehmen gegen Hacking oder externe Angriffe tun? Wer haftet, wenn die intelligente Fabrik einen Fehler macht? Wem gehören beispielsweise die kostbaren Daten, die während der Kooperation mehrerer Unternehmen generiert werden? Dies sind Fragen, die diskutiert und geklärt werden müssen.

Aus diesen Gründen arbeiten viele universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und betriebseigene IT-Abteilungen an verschiedenen Lösungsansätzen. Ein Beispiel dafür ist die Fraunhofer-Initiative »Industrial Data Space«. Das Ziel ist es, einen international offenen und gleichzeitig sicheren Datenraum für die Wirtschaft zu schaffen. Die Fraunhofer-Gesellschaft nimmt dabei die Rolle eines neutralen und gemeinnützigen Partners ein, der gerade für kleine und mittelständische Unternehmen den benötigten geschützten Raum schaffen möchte, in dem diese nach selbst festgelegten Regeln Daten miteinander teilen und tauschen können, ohne dabei die Kontrolle zu verlieren.²⁸

»... der Datenaustausch erfordert eine Öffnung nach außen. Die Praxis belegt, dass man sich den damit verbundenen Herausforderungen an die IT-Sicherheit erfolgreich stellen kann.«

Dr. Thomas Köhler,
Global Engineering Center Leader, Dow Olefinverbund GmbH

Dass eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Aspekt der IT-Sicherheit im Umgang mit »Industrie 4.0« relevant ist, haben 86,67 Prozent der Befragten erkannt. Positiv zu beobachten ist gleichzeitig, dass 83,33 Prozent der befragten Unternehmen interne Vorkehrungen treffen, um eine umfassende Datensicherheit zu gewährleisten. Dies kann ein Grund dafür sein, dass sich 76,67 Prozent der Befragten sicher fühlen, wenn sie an den Datengebrauch in ihrem Unternehmen denken. Die Einstellung zur IT-Sicherheit und den Datenschutz in sachsen-anhaltischen Unternehmen scheint demzufolge allgemein positiv zu sein.

Dieses Gefühl der Sicherheit bestätigen auch die meisten der befragten Experten. Kritisch fügen sie aber hinzu, dass es sich dabei allerdings »nur« um ein Gefühl handelt. Dipl.-Ing. Peter Massag, Trinseo Deutschland GmbH, sagt ganz offen, dass sich viele in scheinbarer Sicherheit wiegen. Es ist handelt sich um ein »Muss«, dass Unternehmen unsichere Systeme identifizieren. Dies sieht auch Dipl.-Ing. Reiner Storch, AEM Dessau GmbH, so: »Das Thema Datensicherheit ist ein Thema, über das man immer wieder reden und die Unternehmer sensibilisieren muss. Investitionen in die Datensicherheit sind Investitionen in die Arbeitsfähigkeit des Unternehmens«. Erwähnt wurde ebenfalls, dass die Gefahren, die auf ein Unternehmen zukommen können, oft gar nicht bekannt sind. IT- und Datensicherheit bedeutet nicht nur die betrieblichen Systeme vor externen Angreifern zu schützen, sondern IT-Systeme so zu stabilisieren, dass Systemschwankungen oder -störungen, bspw. bei Netz- oder Stromausfall, ausgeglichen werden können.

Unsere Empfehlung

Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2014

November 2014, BSI Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik

Für alle, die der Sicherheit im eigenen Unternehmen skeptisch begegnen, ist die TÜV Informationstechnik GmbH (kurz: TÜViT)²⁹ als anerkannte Prüfstelle für IT-Sicherheit eine kompetente Anlaufstelle. Aber auch das Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (kurz: IT-Sicherheitsgesetz) der Bundesregierung³⁰, welches im Juni 2015 aktualisiert wurde, gibt wichtige Hinweise und Eckpunkte zur Unterstützung der Unternehmen.

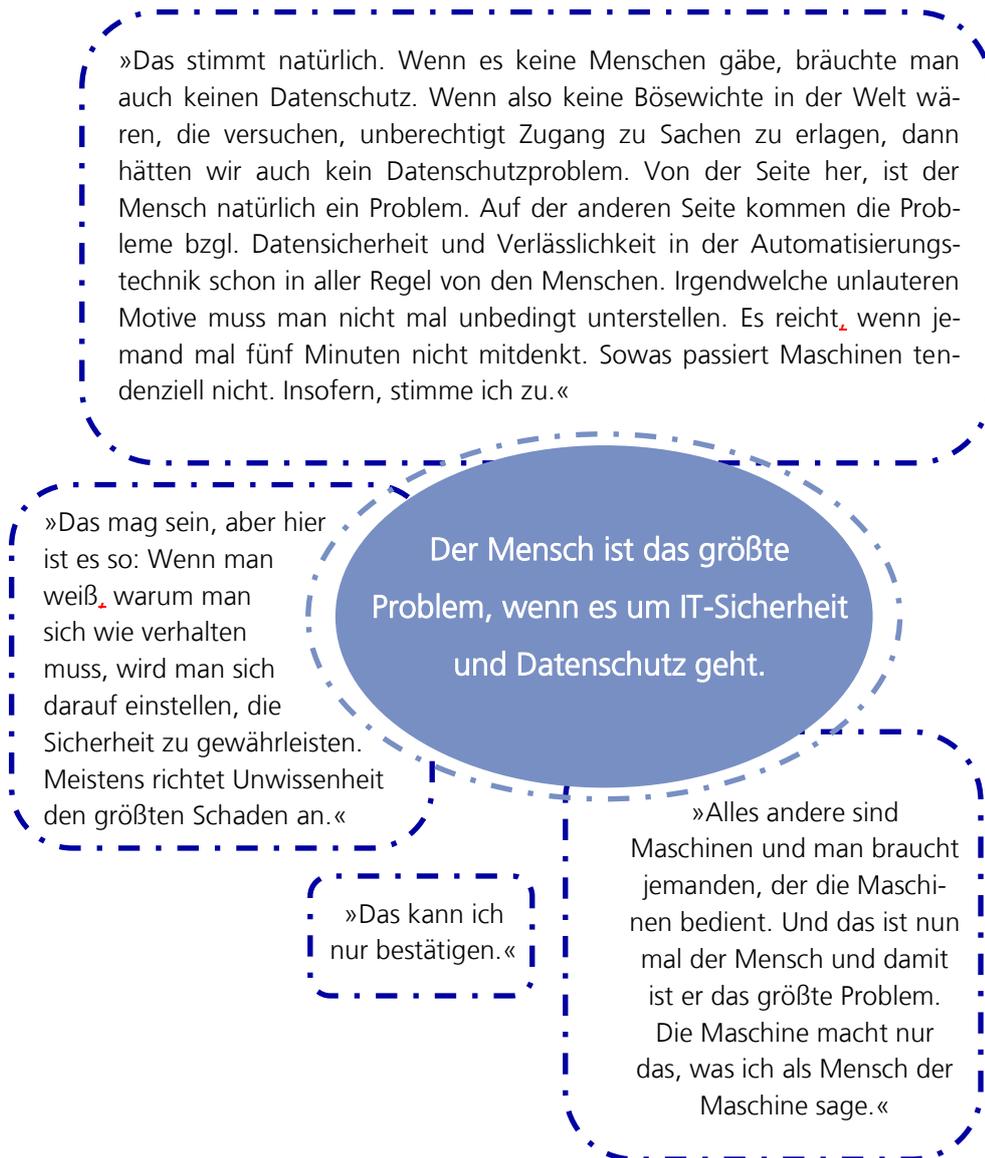


Abb. 12 Reaktionen der Experten auf die These »Der Mensch ist das größte Problem, wenn es um IT-Sicherheit und Datenschutz geht«, Quelle: FASA e.V.

2.3 Ableiten der FASA-Definition

Durch die freundliche Unterstützung des Ministeriums für Wissenschaft und Wirtschaft, bekam der FASA e.V. die Möglichkeit, sich in einem Zeitraum von sechs Monaten intensiv mit dem Thema »Industrie 4.0« auseinanderzusetzen und sich eigene Gedanken zu dem Begriff und zu der Bedeutung einer zukunftsweisenden Vision von »Industrie 4.0« zu machen.

Die Überlegungen innerhalb der Projektlaufzeit wurden von

- internen Gesprächen des Projektteams,
- fachlichem Input aus verschiedenen Veranstaltungen, wie dem Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau«,
- Arbeitsgruppentreffen,
- der theoretischen Auseinandersetzung mit den verschiedenen Definitionen zu »Industrie 4.0«,
- der Online-Befragung,
- den aufschlussreichen praktischen Erkenntnissen aus den Expertengesprächen und
- der Recherche nach Best Practice Beispielen

geprägt. Das Thema wurde facettenreich betrachtet und kontrovers diskutiert. Viele verschiedene Sichten wurden einbezogen: Die Wirtschaft und Politik waren beteiligt, aber auch die Wissenschaft kam zu Wort. Diese Vielzahl an Ansichten, Meinungen und Herangehensweisen zu verarbeiten, war eine Herausforderung, der sich der FASA e.V. gerne stellte. Ziel ist es an dieser Stelle des Berichts, diese Einflüsse für die Leser der Studie kurz zusammenzufassen.

Aus Sicht des FASA e.V. verbirgt sich hinter dem Begriff »Industrie 4.0« eine Strategie zur Umsetzung der vierten industriellen Revolution. Diese Strategie ist die zielführende Nutzung und Weiterentwicklung der Automatisierung und Informations- und Kommunikationstechnologie in eine digitale und vernetzte Wertschöpfungskette.

Die Grenze zwischen der Automatisierung und »Industrie 4.0« ist für den FASA e.V. allerdings nicht eindeutig. Es stellt sich die Frage: Wo endet Automatisierung bzw. wann beginnt »Industrie 4.0«?

Sicher ist aber, dass es eine Chance für Sachsen-Anhalt ist, im nationalen sowie internationalen Rahmen konkurrenzfähig zu bleiben. Kleine und mittelständische Unternehmen tragen die Hauptlast der sachsen-anhaltischen Wirtschaft. In Kooperation mit Forschungseinrichtungen oder Unternehmen untereinander soll die gesamte Auftragskette des Maschinen- und Anlagenbaus revolutioniert werden. »Revolutionieren« bedeutet in diesem Zusammenhang, Werkstücke, Anlagen und Maschinen mit einer digitalen Intelligenz auszustatten. Diese wissen zukünftig über sich selbst und die Produkt- und Produktionsplanung Bescheid und können gemäß ihrer Datensätze Entscheidungen in Echtzeit treffen. Basis dieser Umstrukturierung ist die Investition in und die Integration von Cyber-Physical Systems (CPS) und dem Internet der Dinge und Dienste in

Unternehmen. Faktisch müssen dafür digital beschreibbare Produkte und Prozesse, die Standardisierung von Daten und Modellen sowie die entsprechende Mitarbeiterqualifizierung vorausgesetzt werden.

.....
»Industrie 4.0« in Sachsen-Anhalt
.....

Gerne stellt der FASA e.V. diese Definition zur Diskussion. Sie erhebt nicht den Anspruch auf inhaltliche Vollständigkeit, hofft aber dem sachsen-anhaltischen Leser in seiner persönlichen Auseinandersetzung mit dieser weitschweifigen Thematik ein Stück entgegenzukommen.

»Alles, was unter dem Begriff Industrie 4.0 subsumiert wird, zielt auf eine Steigerung der globalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen.«

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk,
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF³¹

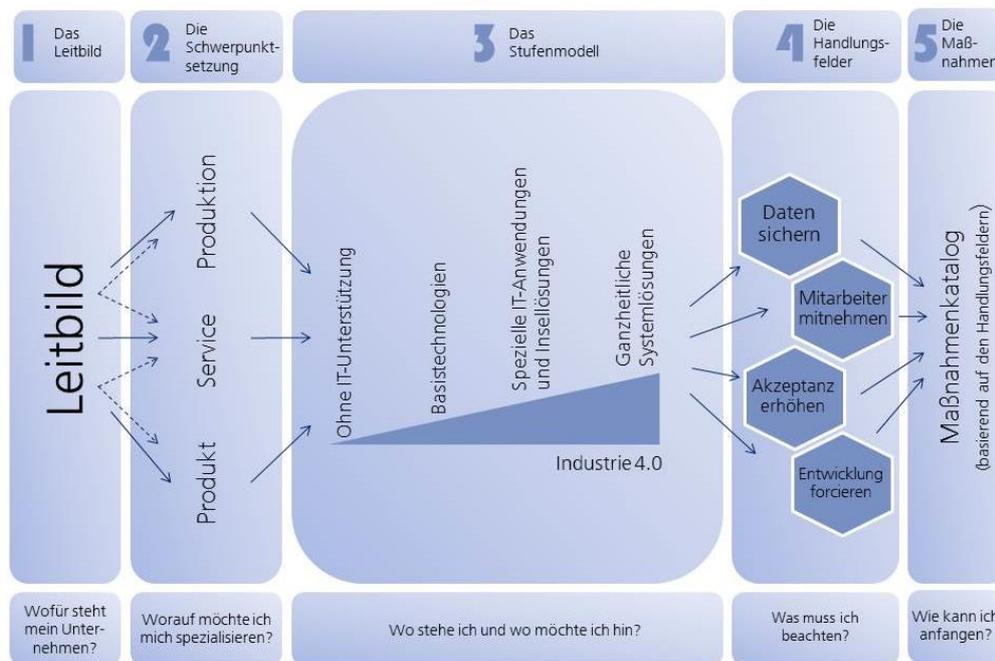
3 Handlungsleitfaden für sachsen-anhaltische Unternehmen

Das Herzstück der Studie ist es, den Unternehmern in Sachsen-Anhalt Einstiegsoptionen und einen Maßnahmenkatalog in die Hand zu geben, die ihnen helfen, sich im Sinne von »Industrie 4.0« zu orientieren und weitere Schritte in diese Richtung zu gehen. Der FASA e.V. nennt diese Form der Unterstützung nachfolgend »Handlungsleitfaden«.

Es handelt sich dabei um keine ausgeformte Strategie zur industriellen Digitalisierung, sondern vielmehr um Gedankenstützen und Überlegungsansätze, um die Unternehmer bei der Auseinandersetzung mit dem Thema zu fördern. Eine eigene, individuelle Auseinandersetzung je Unternehmen ist zwingend erforderlich.

Um die Relevanz für den eigenen Betrieb abschätzen zu können, sollten Unternehmer das Thema »Industrie 4.0« kennenlernen. Diese Studie schafft eine gute Basis, da sie nicht nur allgemeine Attribute der industriellen Digitalisierung aufgreift, sondern auch die sachsen-anhaltischen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die Abdeckung des ergänzenden Informationsbedarfs wie auch der zielführende Austausch mit Kooperationspartnern sind dennoch ratsam, um lösungsorientierte Maßnahmen für die aktuellen betrieblichen Herausforderungen zu realisieren. Der FASA e.V. rät den sachsen-anhaltischen Unternehmern trotz des umfangreichen Tagesgeschäfts immer einen Blick in Richtung Zukunft zu haben. Die Beobachtung des Marktes, sich dementsprechend die richtigen Zukunftsfragen zu stellen und diese zu klären, sind keine einfachen, aber notwendigen Aufgaben.

Abbildung 13 zeigt den Handlungsleitfaden des FASA e.V. in Gänze. Dieser besteht aus einzelnen Schritten, die nachfolgend ausführlicher erläutert werden und in eine Anzahl von konkreten Handlungsmaßnahmen münden. Der Aufbau des Handlungsleitfadens ergibt sich aus den Resultaten der Online-Befragung und der Expertengespräche. Anregungen und Wünsche wurden integriert und außerdem ein Modell gestaltet, das verschiedene Ansichten vereint. Dadurch ist es möglich, dem Leser einen facettenreichen Blick auf das Thema »Industrie 4.0« zu bieten. Wichtig ist dabei, dass »Industrie 4.0« immer im Zusammenhang mit dem eigenen Unternehmen gesehen wird. Die Fragen, die diesbezüglich gestellt werden, sollten immer betriebsspezifisch beantwortet werden.



Handlungsleitfaden für sachsenanhaltische Unternehmen

Abb. 13 Aufbau des Handlungsleitfadens des FASA e.V., Quelle: FASA e.V.

Schritt 1: Das Leitbild

Das Leitbild eines Unternehmens ist immer durch seine Strategie und seinen Unternehmenszweck gekennzeichnet. Die generellen Fragen eines Unternehmers sind:

Wer sind meine Kunden? Wie entwickelt sich der Markt? Welche Produkte und Dienstleistungen kann ich profitabel erzeugen und verkaufen? Wie kann ich meine Geschäftsprozesse und damit meine Auftragsabwicklung optimieren? Stichworte in diesem Zusammenhang sind Ressourcenschonung, Energieeffizienz, Transparenz in Aufbau- und Ablauforganisation und risikobasiertes Denken. Der Kunde steht im Mittelpunkt. Dem Kunden ganzheitliche Produkte und Dienstleistungen anzubieten sowie gleichzeitig die eigenen Geschäftsmodelle kontinuierlich zu verbessern, ist die primäre Aufgabe. Dabei lohnt sich immer der Blick über den Tellerrand: Welche neuen Technologien und Werkzeuge können nutzbringend eingesetzt werden? Was muss der Unternehmer tun, um das innerbetriebliche Know-How zu schützen und auszubauen? Wo lauern Risiken, die die Stabilität des Unternehmens gefährden können? Die neue Überarbeitung der DIN EN ISO 9001:2015³² erfragt diese Aspekte. Wie entwickelt sich die Arbeitswelt 4.0?

Die Auseinandersetzung mit dem unternehmerischen Leitbild soll helfen zu klären, welche Schwerpunkte für das Unternehmen wichtig sind. Oft wird im Alltagsgeschäft aus den Augen verloren, welche Priorität das Unternehmen in Bezug auf die Produktionsprozesse, die Kundenzufriedenheit oder die Qualität Ihrer Produkte setzt. Des Wei-

teren hilft das kurze Reflektieren über die selbstgesetzten Ansprüche, Schritt zwei dieses Handlungsleitfadens schneller zu charakterisieren.

Schritt 2: Die Schwerpunktsetzung

Durch die ausführlichen Expertengespräche war es möglich, die Diskussion zum Thema »Industrie 4.0« zu vertiefen. Dabei stellte sich heraus, dass die Betrachtung und somit auch die Vorstellung von »Industrie 4.0« je nach Ausgangssituation und Blickwinkel der Unternehmer variiert. Die eindeutige Definition von »Industrie 4.0« gestaltet sich demzufolge deshalb so schwierig, da die Herangehensweisen an das Thema aus unterschiedlichsten Perspektiven heraus erfolgt. Es wurden dennoch drei Schwerpunkte erkannt, die in einem Unternehmen durch »Industrie 4.0« transformiert werden können: (1) Die Art und Weise der Serviceleistungen, die das Unternehmen erbringt, (2) die Umwandlung der Produktionsabläufe und Arbeitsprozesse und (3) das Produkt selbst. Ansatzweise wurde dies bereits in Kapitel 2.2.2 aufgegriffen.

Serviceleistung

Die digitale Transformation kann bspw. Vorteile bei der Kommunikation mit dem Kunden bringen. Das gesamte Management der Kundenbeziehung wird dadurch neu sortiert: Es beginnt bei der Kundenakquise durch bspw. Virtuelle Realität-gestützte Konzeptionierung der Produkte und endet bei der Auslieferung durch Rückverfolgung der versendeten Ware bis zum Kunden. Selbst nach Auslieferung der Ware ist durch die industrielle Digitalisierung ein neuer und flexibler Kundenservice möglich, wie es bspw. die App Sonolyzer der KSB AG zeigt (siehe Linksammlung: Praxisbeispiele zum Thema »Industrie 4.0«).

Produktion

Viel Potenzial bietet »Industrie 4.0« ebenfalls innerhalb der eigenen Produktion. Mitarbeiterschulungen und -qualifizierungen nehmen neue Formen an. Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ermöglicht schnelle Lernprozesse und das Fehlermachen ohne wirtschaftlichen Schaden in einem neutralen Raum. Wie gleichzeitig der Schutz für Mensch und Maschine berücksichtigt werden kann, zeigt das Praxisbeispiel der Fangmann Energy Services GmbH Co. & KG (siehe Linksammlung: Praxisbeispiele zum Thema »Industrie 4.0«). Planung, Fertigungsoptimierung, Produktionslogistik oder Qualitätskontrolle sind Bereiche, die viel Potenzial im Hinblick auf Kostenreduzierung, kürzere Durchlaufzeiten und Ressourcenschonung bieten.

Produkt

Aber auch die Produktgestaltung selbst kann interessant sein. Wichtig ist es, den Markt zu beobachten und zu prüfen, was heute oder in naher Zukunft erforderlich ist und mit welchen Produktveränderungen dem Kunden gedient werden kann. Analysen und Bewertungsmethoden können dabei sehr hilfreich sein. Dazu zählen u.a. Untersuchungen wie:

- Potenzialanalysen,
- SWOT-Analysen,
- Nutzwertanalysen,
- Prioritätenanalysen,
- Portfolioanalysen,
- ABC-Analysen oder
- der Einsatz der Balanced Scorecard.

Mit Hilfe solcher Analysen können je nach Bedarf aufschlussreiche Erkenntnisse gewonnen werden: bspw. zur Produktivität, zur Marktposition, zur Kaufkraft der Kunden oder zum Stand der Mitarbeiterkompetenzen u.v.m.

Bei der eigenen Auseinandersetzung mit dem Thema, sollten somit die Fragen gestellt werden: Worauf möchte ich mich in Bezug auf »Industrie 4.0« konzentrieren? Was ist realistisch? Welchen digitalen Weg möchte ich einschlagen? Das Setzen eines Schwerpunktes dient dazu, das Thema differenzierter zu betrachten. Es widerspricht nicht dem Ansatz der vernetzten Wertschöpfungskette. Wenn ein Unternehmen erst mal begonnen hat, in Bezug auf die digitale Transformation, aktiv zu werden, fallen weitere Schritte leichter. Erfolgreich wird ein Unternehmen dann sein, wenn es einen Schritt nach dem anderen auf dem Weg zur industriellen Digitalisierung geht.

Auch diese Entscheidung obliegt allerdings dem Ermessensspielraum der Unternehmen selbst. Selbstverständlich kann man sich auch mehreren oder allen Gebieten zuwenden. Wichtiger ist vielmehr, dass dem Unternehmer die unterschiedlichen Anwendungsfelder bewusst sind.

Die Einführung und Nutzung von »Industrie 4.0«-fähigen Werkzeugen und Technologien in sachsen-anhaltischen Betrieben wird nicht auf einen Schlag erfolgen. Der reelle Bedarf, der existierende Stand der Technik und die bereits realisierten automatisierungstechnischen Lösungen müssen einbezogen werden. Aus diesem Grund ist es wichtig herauszufinden, wo man als Unternehmen steht und was für die weitere Entwicklung benötigt wird. Das Stufenmodell des Handlungsleitfadens (Schritt 3) kann als Instrument dafür verwendet werden.

Schritt 3: Das Stufenmodell

Während der realisierten Interviews kamen immer wieder Unsicherheiten darüber auf, wann »Industrie 4.0« eigentlich beginnt oder wo Automatisierung aufhört. Bereits in der Definition des FASA e.V. (Kapitel 2.3) wird deutlich, dass eine Grenze nicht leicht zu ziehen ist. Es handelt sich um einen fließenden Übergang, bei dem die einzelnen Technologien nach und nach in Unternehmen eingeführt und nutzbringend eingesetzt werden.

»Technologien wie M2M-Kommunikation ist das High-Level. Wir brauchen aber ein paar Vorstufen, ehe wir dahinkommen.«

Dipl.-Ing. Reiner Storch,
Geschäftsführer, AEM-Anhaltische Elektromotorenwerk Dessau GmbH

Um dem Leser eine kleine Hilfestellung zu geben, hat der FASA e.V. eine Vier-Stufen-Unterteilung herausgearbeitet und als hilfreich empfunden. Diesen Stufen wird eine Liste von IT-Infrastruktur- und Kommunikationstechnologien zugeordnet:

- | | |
|--|--|
| (1) Einfache IT-Unterstützung | <ul style="list-style-type: none">– Entkoppelte Systeme– Wenig Datenerfassung– Keine M2M-Kommunikation– Wenige Schnittstellen zwischen den Systemen– Keine Sensorik/Aktorik |
| (2) Basistechnologien | <ul style="list-style-type: none">– ERP (enterprise resource planning)– Basale IT-Service-Infrastruktur– CAD (computer-aided design)– MDE/BDE (Maschinen- und Betriebsdatenerfassung) |
| (3) Spezielle IT-Anwendungen und Insellösungen | <ul style="list-style-type: none">– 3D-Modellierungen– Anzeigeräte vor Ort– Echtzeitverarbeitung– Eingebettete Systeme/Embedded Systems– Internetfähige Maschinen– Apps |

- Online-Portale
- RFID (radio-frequency identification)
- VR (Virtuelle Realitäten)
- Webfähige Plattformen

(4) Ganzheitliche Systemlösungen

- Automatisierter Informationsaustausch
- Automatische Prozessplanung/ -steuerung
- Big Data
- Cloud-Anwendungen
- CPS (Cyber-Physical-Systems)
- CPPS (Cyber-Physical-Production-Systems)
- Dezentralisierung
- Horizontale Integration
- M2M (Maschine-zu-Maschine-Kommunikation)
- Vernetzte Wearables
- Vertikale Integration

Ziel der Implementierung dieser IT-Infrastruktur- und Kommunikationstechnologien ist die Realisierung einer Produktionsstätte, in der sich die Maschinen und Anlagen fast vollständig selbst organisieren (smart factory). Eine sinnvolle Ergänzung sind intelligente Stromkreisläufe (smart grids). Diese »unterstützen einerseits das Zusammenspiel von Energieangebot und Energienachfrage, andererseits die Integration der Erzeugung aus erneuerbaren Energien«³³. So ist nicht nur eine Beschleunigung der Energiewende, sondern auch eine Verbesserung des kostenbewussten Umgangs mit energetischen Ressourcen im Unternehmen möglich.

Der Stand der IT-Entwicklung ist allerdings nur ein Bereich, den es zu berücksichtigen gilt. Der FASA e.V. hat drei weitere Handlungsfelder definiert, die in Schritt 4 beschrieben werden.

Schritt 4: Die Handlungsfelder

Nachdem die Fragen zu den vorherigen Schritten – Leitbild, Schwerpunktsetzung und Stufenmodell – diskutiert und Entscheidungen darüber getroffen worden sind, kann die Umsetzung beginnen. Damit dies erfolgreich gelingt, wurden vier Handlungsfelder definiert, auf welche die Konzentration gelegt werden kann. Diese unterstützen die Anwender dabei, sich vielseitig aufzustellen. Sie zeigen auf einen Blick, was es zu beachten gilt, um erfolgreich zu sein.

Als Handlungsfelder bezeichnet der FASA e.V. folgende Themenblöcke:

- (1) Verständnis und Akzeptanz: Diese sollten dringend erhöht werden, um »Industrie 4.0« im Unternehmen voranzubringen;
- (2) Entwicklung: Der Ausbau des Entwicklungsstandes sollte in Anlehnung an Schritt 3 forciert werden;
- (3) IT- und Daten: Dessen Sicherung stehen an oberster Stelle; und
- (4) Sensibilisierung der Mitarbeiter: Die Mitarbeiter sollten in die Prozessgestaltung eingebunden werden.

Verständnis und Akzeptanz

Die Auswertung der Online-Befragung ergab, dass sich die Unternehmer in Sachsen-Anhalt in Hinblick auf »Industrie 4.0« unzureichend informiert fühlen. Der FASA e.V. rät den Lesern der Studie, sich von dem Schlagwortcharakter des Begriffs »Industrie 4.0« nicht irritieren zu lassen. Viele Unternehmen in Sachsen-Anhalt sind bereits auf dem richtigen Weg, blicken über den Tellerrand und finden für bestehende Herausforderungen moderne Lösungen. Die ersten Schritte sind getan. Trotzdem müssen nun weitere Schritte folgen, um nicht auf der Ebene der Insellösungen stehenzubleiben, sondern weiter voranzugehen. Wenn die Ebene der strukturellen Vernetzung inner- und außerhalb der sachsen-anhaltischen Unternehmen erreicht wird, können die angekündigten Vorteile von »Industrie 4.0« ausgeschöpft werden. Die Teilhabe an globalen, intelligenten und dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken ist das Ziel.

Entwicklung

Von entscheidender Bedeutung ist dabei der Entwicklungsstand der IT- Infrastruktur sowie der Kommunikationstechnologien. Die Auswertung der Online-Befragung veranschaulicht, dass in sachsen-anhaltischen Unternehmen eine Vielzahl an »Industrie 4.0«-fähigen Techniken Anwendung finden. Während der Expertengespräche wurde ergänzend festgestellt, dass diese Werkzeuge und Verfahrensweisen in einigen sachsen-anhaltischen Betrieben seit mehreren Jahren oder Jahrzehnten Verwendung finden. Aus diesem Grund wurde der Maschinen- und Anlagenbau von der Landesregierung in der »Regionalen Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014-2020« als »Solution Provider« beschrieben (siehe auch Kapitel 2.2). Standardisierung und Automatisierung spielen in dieser Branche nicht erst seit dem Begriff »Industrie 4.0« eine Rolle. Die Ausgangssituation für den Maschinen- und Anlagenbau ist somit sehr günstig. Dem gegenüber stehen die vielen Herausforderungen der digitalen Vernetzung, wie bspw. eine gemeinsame Referenzarchitektur zu finden oder eine solide Datendurchgängigkeit zu erreichen. Es gilt noch einige Hürden zu überwinden. Insgesamt liegt aber viel Potenzial

im sachsen-anhaltinischen Maschinen- und Anlagenbau, eine tatsächliche Vorreiterrolle in Bezug auf »Industrie 4.0« zu übernehmen. Eine digitale unternehmensübergreifende Vernetzung ist das Ziel.

.....
Handlungsleitfaden für sachsen-
anhaltische Unternehmen
.....

»Die Größe eines Unternehmens ist nicht entscheidend, sondern der Grad dessen Vernetzung.«

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk,
Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

IT- und Datenschutz

Eine besondere Herausforderung ist der Bereich der Informationstechnologie, da die Komplexität der Informations- und Kommunikationstechnologien durch die vierte industrielle Revolution kontinuierlich zunimmt. Historisch bedingt haben Anlagen- und Maschinenbauer weniger Kontaktpunkte mit der IT und deren Sicherheit oder dem Datenschutz. Entsprechende Kompetenzen müssen im Unternehmen zwingend auf- bzw. ausgebaut werden. Die Relevanz der Informatik in der Produktion wird stetig zunehmen. Aus diesem Grund ist eine frühe Auseinandersetzung mit der Inklusion der IT in Produktionsprozesse empfehlenswert. Durch differenzierte Vorausplanung und zielgerichtetes Handeln kann die Entwicklung der Informationstechnologie zielsicher im Betrieb integriert werden. Die Generierung von Mehrwert durch eine proaktive Auseinandersetzung und Kombination beider Disziplinen – Maschinen- und Anlagenbau sowie Informatik – ist das Ziel.

Sensibilisierung der Mitarbeiter

»Industrie 4.0« funktioniert nicht ohne die tatkräftige Unterstützung der Mitarbeiter im Unternehmen. Durch die Online-Erhebung und die Expertengespräche wurde deutlich, wie differenziert dieses Handlungsfeld betrachtet werden kann. Die individuellen Interessen der Mitarbeiter stehen den betrieblichen und marktrelevanten Herausforderungen der Unternehmen sowie den sozialen Rahmenbedingungen (demografischer Wandel und Fachkräfteengpässe) gegenüber. Für das Management kann es zum Balance-Akt werden, diese Anforderungen zu vereinbaren. Wie bei einem magischen Dreieck wird es nicht möglich sein, alle drei Seiten gleichermaßen zufrieden zu stellen. Situationsbezogen müssen Prioritäten gesetzt werden. Ausschlaggebend ist eine ausgewogene Betrachtungsweise aller Seiten. Die Mitarbeiter in den Prozess der digitalen Transformation zu integrieren, ist das Ziel.

Schritt 5 unseres Handlungsleitfadens schildert, wie die vier Handlungsfelder durch einfache Maßnahmen unterstützt werden können.

Schritt 5: Die Maßnahmen

Basierend auf den in Schritt 4 dargestellten Handlungsfeldern enthält der nachfolgende Maßnahmenkatalog konkrete Empfehlungen. Eine Priorisierung der Maßnahmen ist bewusst nicht erfolgt. Diese sollte in Abstimmung mit dem Auftraggeber der Studie oder den Unternehmern Sachsen-Anhalts realisiert werden.



Akzeptanz
erhöhen

E1: Es wurden verschiedene Best Practice Beispiele im Rahmen der Studie recherchiert, die jedes Unternehmen für sich prüfen kann. Aus Sicht des FASA e.V. ist es wichtig, diese Best Practice Beispiele methodisch zu analysieren, aufzubereiten, zu strukturieren, übertragbare Maßnahmen abzuleiten und diese beispielsweise in Industriearbeitskreisen zur Diskussion zu stellen. Somit wird der Wissenstransfer zwischen den Unternehmen bzw. zwischen der Forschung und der Wirtschaft unterstützt. Die innerhalb der Studie realisierte Befragung hat gezeigt, dass Best Practice Beispiele nicht ausreichend veröffentlicht sind. Erfolgreiche Beispiele anderer Unternehmen nehmen Ängste, bieten Orientierung und geben praxisnahe Impulse. Zu wissen, dass es in anderen Unternehmen erfolgreich funktioniert, erhöht die Akzeptanz von allen Beteiligten wesentlich.

E2: Unternehmen sollten die Kompetenz des »Kooperierens« erwerben. Dazu müssen geeignete Qualifizierungskonzepte für Geschäftsführer und Firmeninhaber entwickelt werden. In Workshops können Erfahrungsträger über ihre Erfahrungen erfolgreicher Zusammenarbeit berichten. Innerhalb einer Seminarreihe können Unternehmen im »Kooperieren« geschult werden. Dieser Austausch ermöglicht für die Unternehmer eine »mentale« Absicherung des eigenen Vorhabens: Sie bekommt das Gefühl, nicht allein zu sein. Arbeitserleichterungen wie diese erhöhen ebenfalls die Akzeptanz von geplanten Veränderungen.

E3: Konzeptentwicklung für firmenspezifische interaktive Tagesworkshops zum Thema »Ist Ihr Unternehmen fit für »Industrie 4.0« und damit für die Zukunft?«. Es sollte eine breite Masse an Unternehmen angesprochen werden. Unternehmen, die bereits erste Erfahrungen gemacht haben, sollten über diese berichten.

To Do's für Unternehmer

- Nutzen Sie Veranstaltungen, deren Fokus auf der Darstellung von Best Practice Beispielen liegen, um einen besseren Eindruck des Potenzials von »Industrie 4.0« zu erhalten.
- Informieren Sie sich über die Möglichkeiten von »Industrie 4.0« – im besten Fall mit konkretem Bezug auf aktuelle Handlungsbedarfe in Ihrem Unternehmen.
- Arbeiten Sie mit Unternehmen zusammen, denen ähnliche Herausforderungen wie Ihnen begegnen.
- Kommunizieren Sie offen durch die gesamte Wertschöpfungskette. Maschinenhersteller und Betreiber sollten gemeinsam an zukunftsversierten Lösungen und Maschinenmodifikationen arbeiten.
- Nehmen Sie an branchenspezifischen Informationsveranstaltungen, wie bspw. Industriearbeitskreisen, teil.



E4: Wenn im Land eine gute Forschungsstruktur vorhanden ist und Kooperationen möglich sind, stellt sich die Frage, was zu tun ist, um diese Stärken auszubauen und noch besser zu nutzen. Kleine und mittelständische Unternehmen müssen Hemmschwellen überwinden und proaktiv das Erstgespräch mit Forschungseinrichtungen suchen. Forschungseinrichtungen müssen stärker auf die Wünsche der Wirtschaft eingehen und gemeinsam Lösungswege entwickeln. Die Politik sollte dazu beitragen, diese Hemmschwellen abzubauen, indem sie das Kooperieren und das Vermarkten erfolgreicher Projekte nachhaltig unterstützt (ggf. mit neuen, thematisch auf »Industrie 4.0« ausgerichteten Förderprogrammen).

E5: Wir empfehlen die Vorbereitung und Durchführung einer auf die Praxis bezogene Workshop-Reihe zum Thema »Chancen und Risiken von Industrie 4.0«. Diese sollte mit relevanten Akteuren im Land, wie bspw. der IHK, der Handwerkskammer oder der Ingenieurkammer, abgestimmt werden. Als Stärke des Landes Sachsen-Anhalt wurden die überschaubaren Strukturen und die kurzen Entscheidungswege zwischen Wirtschaft und Politik bereits benannt. Diese Schnelligkeit gilt es weiter auszubauen: Im zukünftigen Wettbewerb wird derjenige gewinnen, der seine Produkte und Dienstleistungen schneller als die Konkurrenz auf den Markt bringt.

E6: Im Land gibt es viele moderne und junge Unternehmen. Diese Unternehmen kennen neueste Methoden zur Produkt- und Dienstleistungsvermarktung, die genutzt und ausgebaut werden müssen. Es wird empfohlen, die Zusammenarbeit mit der Kreativwirtschaft des Landes auszubauen. Ziel sollte sein, über Erfolge medienwirksam zu berichten und sie zu vermarkten.

To Do's für Unternehmer

- Führen Sie eine IST-Analyse durch, wie bspw. den »Industrie 4.0-Checkup« vom Fraunhofer IFF.
- Analysieren Sie die Chancen und Risiken, die sich aus einem möglichen Einsatz von »Industrie 4.0«-Technologien für Ihr Unternehmen ergeben.
- Nutzen Sie alternative Finanzierungsmöglichkeiten und Fördermittel, wie bspw. die der Investitionsbank Sachsen-Anhalt (u.a. Sachsen-Anhalt MUT, Sachsen-Anhalt IMPULS).
- Bilden Sie Interessen-Netzwerke oder schließen Sie sich bereits bestehenden an.



E7: Die Arbeitsgruppe »Industrie 4.0« des Landes Sachsen-Anhalt entwickelt gemeinsam mit der Arbeitsgruppe »IT« des Landes Sachsen-Anhalt ein praxistaugliches Konzept für die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus in Sachsen-Anhalt, das folgende Themen umfasst: Welche IT-Trends gibt es deutschlandweit, europaweit, global? Welche Herausforderung gibt es bzgl. technischer Standards und gemeinsamer Referenzarchitekturen? Gibt es bereits Erfahrungsberichte in Sachsen-Anhalt zur Nutzung von Cloud-Services, über die berichtet werden könnte? Datensicherheit im Sinne von Security und Safety – worauf kommt es zukünftig wirklich an? Welche Unterstützung benötigen kleine und mittlere Unternehmen bei der Absicherung ihrer IT-Infrastruktur? Wie kann sich das Unternehmen gegen Cybercrime-Attaken schützen? Welche Qualifizierung und ggf. Zertifizierung sollte ein IT-Dienstleister vorweisen, um eine zielführende Beratung beim Unternehmen realisieren zu können? Mit welchen zeitgemäßen, standardisierten Werkzeugen sollte heute gearbeitet werden? Wie können Mensch-Maschine-Schnittstellen gestaltet werden? Mit welchen lernenden Assistenzsystemen können die Arbeit des Menschen unterstützt und Fehler minimiert werden? Digitale Geschäftsmodelle benötigen hochverfügbare Hochgeschwindigkeitsdatennetze. Der flächendeckende Breitbandausbau ist dafür eine Voraussetzung.

Wichtig ist, dass die Aktionen der Arbeitsgruppe »Industrie 4.0« und der Arbeitsgruppe »IT« mit den relevanten Akteuren im Land abgestimmt sind, um kooperativ ein Konzept zu entwerfen, und außerdem im Sinne der Ressourcenschonung Doppelarbeit zu vermeiden.

.....
Handlungsleitfaden für sachsen-
anhaltische Unternehmen
.....

E8: Die Studie hat gezeigt, dass Unternehmen Nachholbedarf bei der Modernisierung ihrer IT-Infrastruktur haben. Ggf. bringt das Auflegen eines unternehmerfreundlichen Programms (Aufsetzen eines neuen Förderprogrammes, ggf. Kreditvergabe zu attraktiven Konditionen u.a.) die gewünschten Effekte.

To Do's für Unternehmer

- Sammeln Sie spezifisches IT-Wissen für den Maschinen- und Anlagenbau, bspw. durch das Lernen aus Best Practice Beispielen.
- Reduzieren Sie Ihre Kosten für Technologien und Werkzeuge, wie bspw. durch VR-Sharing oder VR-Renting.
- Erhöhen Sie Ihr IT-Know-How, bspw. durch Weiterbildung oder Personalrekrutierung.
- Konsultieren Sie Fachexperten beim Umstieg von Insellösungen zu ganzheitlichen IT-Lösungen.



E9: Im Fokus des Produktionsprozesses steht der Mensch. Aus diesem Grund ist es im Sinne von »Industrie 4.0« zielführend, die eigenen Mitarbeiter zu motivieren und deren Selbstwirksamkeit zu aktivieren.

E10: Ergänzend zur Mitarbeitermotivation sollte die Qualifizierung der Mitarbeiter stets umfassend betrieben werden. So wird gewährleistet, dass diese sicher agieren und effizient arbeiten.

E 11: Empfehlenswert ist außerdem die noch intensivere Anpassung bzw. Neuausrichtung der Lehrpläne. Die gleichzeitige fachliche Ausrichtung von wissenschaftlichen Einrichtungen an die Bedarfe der Wirtschaft ist wünschenswert, wie es bspw. das Center for Digital Engineering, Management and Operation (CeDEMO) der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg vormacht.

To Do's für Unternehmer

- Schaffen Sie Heterogenität im Unternehmen, bspw. durch das Bilden von gemischten Teams (zu berücksichtigende Faktoren sind bspw. Altersstruktur, Fachlichkeit, Erfahrungswissen oder Innovationskraft), sodass gegenseitige Unterstützung bzw. Ergänzung möglich ist.
- Kontaktieren Sie junge Menschen/Absolventen mit IT-Qualifikation, bspw. durch Lehraufträge oder andere Kooperationen mit Hochschulen. So können zukünftige Fachkräfte Ihr Unternehmen kennenlernen.
- Informieren Sie Ihre Mitarbeiter über die Gründe für Veränderungsprozesse im Unternehmen, bspw. durch regelmäßige Briefings.
- Geben Sie Mitarbeitern Freiraum für Qualifizierungen, oder zum Ausprobieren von neuen Technologien und Lösungen, bspw. im »Industrie 4.0 Anwendungszentrum«.
- Geben Sie Ihren Mitarbeitern die Möglichkeit, sich selbst zu dem Thema weiterzubilden, bspw. durch Messebesuche und deren Auswertung.
- Schaffen Sie einen offenen Kommunikationsrahmen, um Mitarbeitermeinungen und -vorschläge in Veränderungsprozesse zu integrieren, bspw. durch eine dafür eingerichtete E-Mail-Adresse.
- Gestalten Sie einen unternehmensinternen Prozess zum schnellen Verbreiten von neu erworbenem Wissen im Unternehmen.

4 Empfehlungen an die Politik

Den Weg in die ganzheitliche und wertschöpfungskettenübergreifende Digitalisierung können die Unternehmer nicht allein bewältigen. Unterstützung in Form von politischen Rahmenbedingungen ist notwendig. Aus diesem Grund ist es dem FASA e.V. wichtig, nicht nur Empfehlungen an die Unternehmer selbst, sondern ebenso an die Politik zu geben. Sollten die Potenziale in Sachsen-Anhalt nicht genutzt und gefördert werden, besteht die Gefahr von Wettbewerbsnachteilen. Ein proaktiver Einsatz der sachsen-anhaltinischen Landesregierung kann die Unternehmer zu einem themenbezogen sensibilisieren sowie den Informationsaustausch unterstützen. Zum anderen kann dieser günstige Rahmenbedingungen gestalten, die speziell auf die Interessen der Betriebe gerichtet sind und so die Transformation zu »Industrie 4.0«-fähigen Prozessen und Produktionsabläufen fördern.

Der FASA e.V. empfiehlt dem Land Sachsen-Anhalt, eine übergreifende Struktur der Unterstützung und Förderung aufzubauen, deren Schwerpunkt auf folgenden Handlungsfeldern liegt:

- (1) Wissensgenerierung: Netzwerk und Kooperation
- (2) Wissenstransfer: Demonstration und Best-Practice mittels eines »Industrie 4.0 Anwendungszentrums«
- (3) Strukturelle Förderung

Wissensgenerierung: Netzwerk und Kooperation

In vielen Bereichen sind noch Wissensgenerierung und Forschung erforderlich. Die Förderung der Integration von Netzwerken und der Zusammenschluss von Kooperationspartnern sollte politisch unterstützt werden. So ist eine übergreifende und kostenverträgliche Entwicklung für den Mittelstand möglich. Empfehlenswert ist auch die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen oder Hochschulen, da die Forschungsmittel in kleinen und mittelständischen Unternehmen oft gering ausfallen. Sachsen-Anhalt bietet eine umfassende Forschungslandschaft, die Unternehmen interessante Partner bietet (siehe Linksammlung: sachsen-anhaltische Forschungslandschaft).

Die Politik sollte dazu beitragen, die Hemmschwellen von kleinen und mittleren Unternehmen bei der Akquise von Forschungseinrichtungen für die Generierung innovativer Ideen abzubauen, indem sie das Kooperieren und das Vermarkten erfolgreicher Projek-

te nachhaltig unterstützt (ggf. mit neuen, thematisch auf »Industrie 4.0« ausgerichteten Förderprogrammen).

Wissenstransfer: Demonstration und Best Practice mittels eines »Industrie 4.0 Anwendungszentrums«

Die Wissensgenerierung ist allerdings nur der erste Schritt – dessen Transfer der zweite. Der große Vorteil der kollaborativen Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Unternehmen oder zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen ist die Verbreitung des erworbenen Wissens.

Ziel dieses Handlungsfeldes ist es, bestehende Wissenslücken zu minimieren. Um dies zu realisieren, empfiehlt der FASA e.V., die Kommunikation und Information zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu intensivieren, und darüber hinaus immer praxisnah zu bleiben und Unternehmern die Möglichkeiten zu geben, offen kommunizieren zu können. Auf diese Weise ist eine bedarfsgerechte Auseinandersetzung mit dem Thema möglich. Vorschläge, wie diese Form des Austauschs aussehen kann, sind folgende:

- Etablieren branchenspezifischer Arbeitsgruppen (ggf. Nutzen vorhandener Formate, wie z. B. der Industriearbeitskreise oder des Runden Tisches), bei denen sich die Netzwerkpartner aus Politik, Wirtschaft und Forschung austauschen können. Diese sollten im besten Fall kontinuierlich und in möglichst kurzen zeitlichen Abständen stattfinden, um schnelle Veränderungen zu ermöglichen
- Einrichten eines Expertenkreises »Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau« sowie das Schaffen von Ansprechpartnern bzw. einer zentralen Anlaufstelle, die für die Unternehmer einfach zu erreichen sind, bspw. in Form einer Servicekontaktnummer
- Einrichten einer umfangreichen Internetpräsenz in Form einer Homepage, auf der Informationen praxistauglich aufbereitet sind und ein flexibler Austausch möglich ist. Wichtig ist dabei, die Informationen konzentriert an einer Stelle zu finden und nicht auf diversen Plattformen suchen zu müssen

Die aus dem direkten Austausch generierten Wissensbedarfe und Forderungen der Wirtschaft können darauf aufbauend in passgenauen Maßnahmen bedient werden, z.B. in Form von Workshop-Reihen oder dem »Industrie 4.0 Anwendungszentrum«.

Wie in Kapitel 2.2.1 herausgearbeitet, muss die Informationsverbreitung, der Wissenstransfer und das Aufzeigen exemplarischer Lösungen vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen im Zentrum stehen. Ein »Industrie 4.0-Anwendungszentrum« mit Standort in Magdeburg wird diese Bedarfe abdecken. Durch das Ausprobieren neuer Werkzeuge und Technologien in einem neutralen Rahmen, können Vorurteile ab- und Vertrauen aufgebaut werden. Insbesondere könnte Start-up Unternehmen die Chance gegeben werden, ihre neuen Produkte und Dienstleistungen im Anwendungszentrum zu präsentieren. Gleichzeitig ist das »Industrie 4.0 Anwendungszentrum« ein Ort des Zusammentreffens, in dem ein kooperativer Austausch möglich ist.

Empfehlenswert ist der Aufbau und Betrieb eines »Industrie 4.0 Anwendungszentrums« für den Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt mit den Funktionen (1) Informieren, (2) Sensibilisieren, (3) Motivieren, (4) Präsentieren und Demonstrieren, (5) Qualifizieren und (6) Testen im praktischen Umfeld für das unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Digitalisieren von Produkten und Prozessen (Übersicht siehe Abbildung 14).

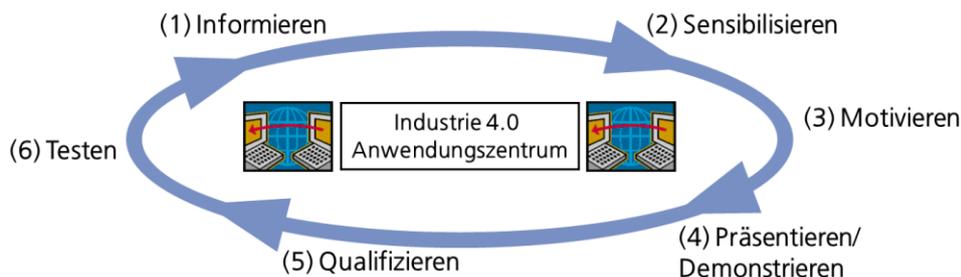


Abb. 14 Funktionen des »Industrie 4.0 Anwendungszentrums«, Quelle: FASA e.V.

Ziele des »Industrie 4.0 Anwendungszentrums« sollten das konkrete praxistaugliche Testen neuer Technologien zur Unterstützung von Automation und Digitalisierung sein, die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung des Technologieeinsatzes sowie das Überprüfen und Evaluieren von Anwendungsszenarien. Das »Industrie 4.0 Anwendungszentrum« sollte eine »Smart Factory« beinhalten, die den Unternehmen zeigt, wie reale und virtuelle Welten zukünftig verschmelzen. Das Zentrum soll anhand konkreter Referenzprojekte Raum zum Testen bieten. Das »Industrie 4.0 Anwendungszentrum« soll weiterhin den Wissenstransfer unterstützen, indem es zentraler Anlaufpunkt für Unternehmen ist. Als Diskussionsforum fördert es den Austausch, die Kooperation und das Networking der Unternehmen; angeboten werden verschiedene Formate, wie z. B. Industriearbeitskreise, Workshops oder ein Stammtisch »Industrie 4.0«. Eine Netzwerkerweiterung für sachsen-anhaltische Unternehmen wäre die logische und zielführende Konsequenz.

Mit der Installation eines »Industrie 4.0 Anwendungszentrums« wäre der Forderung der sachsen-anhaltischen Unternehmen nach praktischen Beispielen Rechnung getragen, indem Best Practice Beispiele präsentiert oder auch gemeinsam entwickelt werden könnten. Wertvolle Ressourcen werden geschont, da nicht jedes Unternehmen eine eigene Evaluierung diverser Technologien und Lösungsansätze vornehmen muss. Das »Industrie 4.0 Anwendungszentrum« sollte länderübergreifend kooperieren, um seine Wirksamkeit zu erhöhen. Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels in Sachsen-Anhalt sollte eine Kooperation mit dem konzipierten »Zentrum für kognitive und autonome Arbeitssysteme für den Anlagen- und Sondermaschinenbau« stattfinden.

Die Einrichtung eines praxisbezogenen Anwendungszentrums mit einem »Industrie 4.0«-Schwerpunkt entspricht ebenso den Bedürfnissen, die bei Gesprächen mit der Industrie- und Handelskammer sowie der Handwerkskammer erörtert wurden. Ähnlich wie in der Industrie fordert auch das Handwerk eine verstärkte Darstellung von Best Practice Beispielen. Romy Meseberg, stellvertretende Hauptgeschäftsführerin der Handwerkskammer Magdeburg und Jens Merker, Sachgebietsleiter IT der Handwerkskammer Magdeburg, verweisen auf die Notwendigkeit einer kooperativen Vernetzung zwischen Handwerk und Wissenschaft, wie es ein praxisorientiertes Anwendungszentrum leisten kann. Basierend auf diesen Gesprächen plädiert der FASA e.V. für den Blick über den Tellerrand und die Erweiterung des oben genannten »Industrie 4.0-Anwendungszentrums« zu einem »Wirtschaft 4.0-Anwendungszentrum«. Die Idee dahinter ist die zentrale Vernetzung verschiedener Kompetenzen und die gegenseitige interdisziplinäre Unterstützung der einzelnen Gewerke und Branchen. Positive Resonanz findet dieser neutrale Lern-Raum für Unternehmer, die sich dort informieren und qualifizieren können, ebenso bei dem Präsident der Industrie- und Handelskammer und gleichzeitigem Geschäftsführer der EMB GmbH Barleben, Klaus Olbricht. Es besteht somit der nötige Rückhalt in Sachsen-Anhalt, um das praxisbezogene Projekt »Industrie 4.0-Anwendungszentrum« bzw. »Wirtschaft 4.0-Anwendungszentrum« nutzbringend zu realisieren.

Im Zuge der Erarbeitung der Studie »Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau« wurden immer wieder deutlich, wie wichtig »die Macht des Beispiels« für viele Unternehmen ist. Aus diesem Grund legt der FASA e.V. dem Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft nahe, eine weitere Veröffentlichung zu dem Thema »Industrie 4.0« für Sachsen-Anhalt erstellen zu lassen. Deren Fokus sollte auf einer anschaulichen Darstellung von realisierten und geplanten Projekten und Maßnahmen rund um die industrielle Digitalisierung liegen. So können Lösungsansätze für bestehende betriebliche Herausforderungen aufgezeigt werden, die jeder Unternehmer für sich prüfen kann.

Gleichzeitig ist es sinnvoll, die Potenziale und Lösungen, die »Industrie 4.0« bietet, durch fachkundige Kräfte aus der Forschung und Lehre im Rahmen von Seminaren innerhalb der Ausgestaltung eines Förderprogramms aufzubereiten und aufzuzeigen. Eine mögliche Vorgehensweise kann die systematische Zuordnung von Beispielen in vorher definierte Kategorien sein, ähnlich einem Periodensystem. Die Befragung hat gezeigt, dass bereits realisierte »Industrie 4.0«-taugliche Methoden, Werkzeuge, Technologien und Verfahren noch nicht flächendeckend bekannt sind, die Veröffentlichung dieser allerdings gewünscht wird. Über die nötige Expertise verfügt das Center for Digital Engineering, Management and Operation (CeDEMO) der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg. Durch die darin vernetzten Fakultäten (Informatik, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften) werden explizit Aus- und Weiterbildungsangebote zum Thema »Digital Engineering and Operation« angeboten. Mit dem Virtual Development and Training Centre (VDTC) verfügt das Fraunhofer IFF über eine weitere zentrale Einrichtung zur Entwicklung und zum Transfer von Lösungen, ebenfalls mit dem Ziel der vollständigen Digitalisierung von Wertschöpfungsketten u.a. im Maschinen- und Anlagenbau.

Strukturelle Förderung

Der Weg der industriellen Revolution lässt sich nicht nur mit dem Blick in die Unternehmen beschreiten. Auch die

- (1) politischen,
- (2) sozialen und
- (3) infrastrukturellen Rahmenbedingungen,

von denen Unternehmen anhängig sind, müssen »Industrie 4.0«-förderlich ausgerichtet werden.

Die inhaltliche Förderung des Themas »Industrie 4.0«, wie sie unter den Punkten »Wissensgenerierung« und »Wissenstransfer« angeführt wurden, sollte durch eine finanzielle Unterstützung der Politik ergänzt werden. Zum einen kann dies durch eine gezielte Förderung solcher geschehen, die neue Technologien und Methoden entwickeln. Zum anderen kann es sich dabei um spezifische »Industrie 4.0«-Subventionierungen handeln, um kleinen und mittelständischen Unternehmen die Systemumstellungen zu erleichtern oder generell zu ermöglichen. Gleichzeitig sollte eine qualitative Standardisierung vorangetrieben werden, um den Übergang von Insellösungen zu ganzheitlichen Lösungen in Produktionsabläufen zu unterstützen.

In sozialer Hinsicht spielt der demografische Aspekt für viele Unternehmen eine große Rolle. Ziel der Politik (und der Unternehmen) sollte es sein, die Abwanderung von jungen Absolventen und Fachkräfte zu bremsen, die Ansiedlung zu fördern und das Land Sachsen-Anhalt global besser zu vermarkten.

Der flächendeckende Ausbau einer leistungsfähigen und zuverlässigen Breitband-Infrastruktur ist eine weitere basale Bedingung für das Zukunftsprojekt »Industrie 4.0« und muss gefördert werden. Stabile Datenübertragungen sind nur durch eine stabile Infrastruktur des Internets möglich. Es sollten Regelungen gefunden werden, dies landesübergreifend zu ermöglichen. Die beständige Verfügbarkeit des Internets ist ein Standortfaktor geworden, dessen Bedeutung mit dem Grad der industriellen Digitalisierung zunehmen wird.

Abgeleitet aus den Schwächen des Landes Sachsen-Anhalt gilt es die richtigen Maßnahmen einzuleiten. Nach wie vor sind zu wenig produzierende Unternehmen im Land vorhanden. Es mangelt an Großunternehmen. Hier wird empfohlen, die Investorenakquise und Ansiedlung großer Unternehmen im Land zu forcieren.

»An einigen Stellen im Unternehmen ist es so, dass dort heute immer noch Leute sitzen, die keine Vorstellung davon haben, was wirklich möglich ist. Das sollte »Industrie 4.0« zeigen: Wie man heute mit dem Erkenntnisstand der Industrie und der helfenden Computertechnik eine Richtung vorgeben, und jedem den Nutzen klarmachen kann. Das ist die einzige Chance, die Deutschland hat.«

Dipl.-Ing. Peter Massag,
Maintenance Leader, Trinseo Deutschland GmbH

5 Glossar/Abkürzungsverzeichnis

3D-Modellierung

Bei der 3D-Modellierung werden Daten in einem dreidimensionalen Raum dargestellt. Es entsteht ein Modell (Draht-, Flächen- oder Volumenmodell) von einem geometrischen Körper und seinen Attributen auf dem Bildschirm. Ziel ist es, geeignete Datenstrukturen für unterschiedliche Anwendungsbereiche bereitzustellen.

A

Apps

Eine App ist eine Anwendungssoftware, die eine benutzerorientierte Funktion bietet. Sie ist kein für den Betrieb eines Systems notwendiges Programm, bietet aber einen direkten Wert für den Nutzer. Apps kennzeichnen sich durch einen unkomplizierten Zugang und eine einfache Bedienung. Unterschieden wird zwischen Apps, die auf einem Endgerät installiert und damit lokal verfügbar sind, und WebApps, auf die über einen Webbrowser zugegriffen wird.

B

BDE – Betriebsdatenerfassung

Methodik, Verfahren und Technik der Aufnahme und Speicherung von Betriebsdaten.

Big Data

Als Big Data werden Massendaten und Datenströme bezeichnet, die auf Grund ihrer Größe nur mit speziell entwickelten IT-Instrumenten ausgewertet werden können. Riesige Datenmengen, etwa aus sozialen Netzwerken, können so zweckgerichtet analysiert und wirtschaftlich nutzbar gemacht werden.

Unsere Empfehlung

Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte

2012, BITKOM

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.³⁴

C

CAD – computer-aided design

Rechnergestützte Konstruktion bzw. Entwicklung von Werkzeugen und Produkten. Teil des CAD ist der Entwurf von Produktteilen und die Gesamtkonfiguration des Produkts in anschaulicher Darstellung, die Bestimmung der geometrischen Formen sowie die Durchführung von Berechnungen über notwendige Materialien und Produktionsprogramme. Mit Hilfe eines CAD kann gegenüber der klassischen technischen Zeichnung an einem Reißbrett eine permanente Neukonstruktion oder Variation von Elementen vorgenommen werden.³⁵

Cloud

Eine Cloud ist eine IT-Ressource (z.B. Datenbanken, Plattformen oder Services), die über ein Netzwerk bzw. das Internet verfügbar ist. Sie wird von Dienstleistern bedarfsgerecht bereitgestellt und verwaltet. Die Anwender können auf Ressourcen zugreifen, ohne die lokal verfügbare IT-Struktur zu erweitern. Dadurch können z.B. Daten ortsunabhängig abgerufen oder von der eigenen Festplatte unabhängig gespeichert werden. Die Infrastruktur der Cloud ist für den Anwender meist physisch nicht nachvollziehbar: Die Bezeichnung »Wolke« (engl. cloud) verdeutlicht diese universelle Struktur der Cloud.

CPS – Cyber-physische-Systeme

Cyber-physische Systeme verknüpfen die physikalische und die virtuelle Welt. Informationstechnik und Software sind mit mechanischen und elektronischen Komponenten verbunden. Physikalische Objekte und Prozesse werden durch die Software analysiert und diese wiederum wirkt auf die physikalischen Vorgänge aktiv ein.

CPPS – Cyber-Physical-Production-Systems

Cyber-Physical Systems, die speziell auf Produktionsprozesse abgestimmt sind und somit eine effizientere Produktion ermöglichen, werden als Cyber-Physical-Production-Systems bezeichnet.

D

Digitalisierung

Durch den stetig wachsenden Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) findet ein Wandel von analogen zu digitalen Methoden, Techniken und Vor-

gehensweisen statt. Dieser Änderungsprozess umfasst nicht nur die Arbeitswelt, sondern auch das Privatleben vieler Menschen und hat daher große Auswirkungen auf allgemeine Strukturen und individuelles Verhalten.

E

Echtzeitverarbeitung

Echtzeitverarbeitung, Realzeitbetrieb, Realzeitverfahren, Real Time Processing; Betriebsart eines Computers, bei der im Gegensatz zum Stapelbetrieb der Verarbeitungszeitpunkt von der Aufgabe selbst bestimmt wird. Jeder Bearbeitungsfall wird unmittelbar nach seinem Eintreten in einer in Abhängigkeit von der Aufgabe festgelegten (kurzen) Zeit bearbeitet. Echtzeitbetrieb ist i.d.R. die Betriebsart von Prozessrechnern und findet hauptsächlich in automatisierten technischen Abläufen Anwendung.³⁶

ERP-Systeme – Enterprise Resource Planning

ERP-Systeme sorgen für die unternehmensweite Ressourcenplanung mit Hilfe von gezieltem Workflow-Management. ERP verbindet Back-Office-Systeme miteinander, wie Produktions-, Finanz-, Personal-, Vertriebs-, und Materialwirtschaftssysteme.

H

Hightech-Strategie »Innovationen für Deutschland«

Die neue Hightech-Strategie steht für das Ziel, Deutschland auf dem Weg zum weltweiten Innovationsführer voranzubringen. Gute Ideen sollen schnell in innovative Produkte und Dienstleistungen überführt werden. Denn innovative Lösungen sind die treibende Kraft unseres Wohlstandes und unserer Lebensqualität. Sie stärken Deutschlands Position als führende Wirtschafts- und Exportnation. Und sie ermöglichen es, kreative Antworten auf die drängenden Herausforderungen unserer Zeit zu finden – ob nachhaltige Stadtentwicklung, umweltfreundliche Energie, individualisierte Medizin oder digitale Gesellschaft.³⁷

Horizontale Integration

Bei der horizontalen Integration von CPS werden alle Prozesse entlang der Wertschöpfungskette miteinander verknüpft. Dies geschieht unternehmensintern sowie -übergreifend.

Individualisierung (der Kundenwünsche)

»Industrie 4.0« ermöglicht Rentabilität bei der Produktion von Kleinstmengen (Losgröße 1). Dadurch ist die Berücksichtigung individueller oder kurzfristiger Kundenwünsche in der Fertigung möglich.

Internet

Die beiden Bestandteile des Begriffs Internet, nämlich Inter (= zwischen) und (Net = Netz) verweisen darauf, dass es bei dem Terminus um den Austausch von Daten zwischen Computern über Telekommunikationsnetze geht. Präziser lässt sich das Internet als ein dezentral organisiertes, globales Rechnernetz charakterisieren, das aus einer Vielzahl miteinander verbundener Einzelnetze gebildet wird und in dem die Kommunikation zwischen den einzelnen Rechnern auf der Grundlage des Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) erfolgt.³⁸

Internet der Daten

Daten werden über Internettechnologien gespeichert und verteilt.

Internet der Dienste

Der Begriff »Internet der Dienste« bezeichnet die Vernetzung von Dienstleistungen und Services mit dem Internet, damit dieses zu einer intelligenten Dienstleistungsplattform wird, die sich bedarfsgerecht auf die Bedürfnisse der Nutzer einstellt.

Internet der Dinge

Der Begriff »Internet der Dinge« bezeichnet die Vernetzung von Gegenständen mit dem Internet, damit diese Gegenstände selbstständig über das Internet kommunizieren und so verschiedene Aufgaben für den Besitzer erledigen können.³⁹

M

M2M – Maschine-zu-Maschine-Kommunikation

Unter M2M-Kommunikation versteht man Maschinen und Anlagen, die sich ohne aktiven menschlichen Auslöser austauschen und benötigte Daten untereinander übermitteln.

R

Referenzarchitektur

Es handelt sich um einen Begriff aus der Informatik, der eine Methodenstruktur beschreibt. Dieses Modell bildet eine inhaltliche Basis für die Beschreibung von Systemarchitekturen. Sie wird in Form von Software-Applikationen und Software-Services zur Verfügung gestellt.

RFID – Radiofrequenz-Identifikation (Radio-frequency Identification)

RFID ist eine Technologie, die das kontaktlose Speichern und Auslesen von Daten über elektromagnetische Wellen wie bspw. Funk ermöglicht. Anwendung finden dies u.a. bei der automatischen und berührungslosen Identifikation und Lokalisierung von Objekten.

V

Vernetzung

Begriff zur Beschreibung der Verknüpfungen zwischen einzelnen Elementen und Variablen in komplexen Systemen.⁴⁰

Vernetzte Wearables

Unter dem Begriff »Wearables« versteht man tragbare Systeme oder Geräte, die während der Anwendung am Körper befestigt sind. Dazu zählen unter anderem Kleidung, Armbänder, Brillen oder Uhren. Sind diese bspw. über das Internet miteinander verknüpft, spricht man von »vernetzten Wearables«.

Vertikale Integration

Bei der vertikalen Integration von CPS werden technische Prozesse mit Geschäftsprozessen über alle Unternehmensebenen hinweg miteinander verknüpft.

Vierte industrielle Revolution

Nach den ersten drei industriellen Revolutionen (1: mechanische Produktion/Erfindung der Dampfmaschine, 2: Massen- und Fließbandfertigung, 3: Automatisierung/Einsatz von Elektronik und IT) handelt sich bei der automatisierten Fertigung auf Basis von Cyber-Physischen-Systemen um die vierte industrielle Revolution.

VR – Virtuelle Realität (Virtual Reality)

Als »virtuelle Realität« oder »Virtual Reality« wird die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven und virtuellen Umgebung bezeichnet.⁴¹

W

Wertschöpfungskette

Die Wertschöpfungskette stellt die zusammenhängenden Unternehmensaktivitäten des betrieblichen Gütererstellungsprozesses dar.⁴²

Wertschöpfungsnetzwerk

Bei Wertschöpfungsnetzwerken handelt es sich um unternehmensübergreifende kooperierende Interessengemeinschaften, die bei Bedarf in gemeinsamen Prozessen interagieren, um einen ökonomischen Mehrwert zu erzielen.

Z

Zukunftsprojekt der Bundesregierung

In Zukunftsprojekten werden gesellschaftliche und technologische Entwicklungen aufgegriffen und konkrete forschungs- und innovationspolitische Leitbilder formuliert. Zentrales Kennzeichen jedes Zukunftsprojektes ist die Zusammenarbeit aller Akteure des Innovationsgeschehens in Deutschland auf ein konkretes Ziel hin. Jedes Zukunftsprojekt trägt dazu bei, systemische Lösungen zu finden, die zu mehr Lebensqualität führen, unsere Lebensgrundlagen schützen und der Wirtschaft in wichtigen Leitmärkten Wettbewerbsvorsprünge sichern. »Industrie 4.0« ist eines von zehn Zukunftsprojekten der Bundesregierung und gehört somit zu den Umsetzungsmaßnahmen der Hightech-Strategie »Innovationen für Deutschland«.⁴³

6 Wir bedanken uns

.....
Wir bedanken uns
.....

...für die zielführende Mitwirkung bei der Erarbeitung der Studie »Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau« für das Bundesland Sachsen-Anhalt bei allen Beteiligten.

...dass diese Studie so erfolgreich erarbeitet werden konnte. Dies ist insbesondere dem Engagement der nachfolgend aufgelisteten Personen zu verdanken. Einen maßgeblichen Anteil an der Erstellung der Studie haben:

Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

Hennings, Hans-Joachim
Leiter Abteilung Forschung, Innovation
und Europa
Ministerium für Wissenschaft
und Wirtschaft Sachsen-Anhalt

Schramm, Gerd, Dr.
Referatsleiter Innovations- und Transfer-
politik, Clusterthemen, Innovationsförde-
rung, Geschäftsstelle RIS
Ministerium für Wissenschaft
und Wirtschaft Sachsen-Anhalt

Rieke, Thomas, Dipl.-Volkswirt
Regionale Innovationsstrategien
Ministerium für Wissenschaft
und Wirtschaft Sachsen-Anhalt

Lenkungskreis der Studie

Kalfa, Guido, Dipl.-Ing. oec.
Geschäftsführer
Weber Industrieller Rohrleitungsbau &
Anlagenbau Merseburg GmbH & Co. KG

Storch, Reiner, Dipl.-Ing.
Geschäftsführer
AEM – Anhaltische Elektromotorenwerk
Dessau GmbH

Penndorf, Rocco, Dipl.-Ing.
Global Resource Leader Engineering
Information Management & Tools
Dow Olefinverbund GmbH

Wir bedanken uns

Die Expertengespräche haben wir als sehr aufschlussreich und konstruktiv erlebt. Leider konnten nicht alle Aspekte der Gespräche in die Studie integriert werden. Für die fachlichen Anregungen und die Offenheit möchten wir uns bei nachfolgenden Personen bedanken:

Experten

Behrens, Rüdiger
Geschäftsführer
Sondermaschinenbau Calvörde GmbH

Göbel, Christian, Dipl.-Ing.
Geschäftsführer
KSB Aktiengesellschaft Halle

Günther, Christof, Dr.rer.pol., Dipl.-Ing.
Geschäftsführer
InfraLeuna GmbH

Jäger, Andreas, Dipl.-Ing.
Betriebsingenieur Technik
Zellstoff Stendal GmbH

Köhler, Thomas, Dr.-Ing.
Global Engineering Center Leader
Dow Olefinverbund GmbH

Massag, Peter, Dipl.-Ing.
Maintenance Leader
Trinseo Deutschland GmbH

Merker, Jens
Sachgebietsleiter IT
Handwerkskammer Magdeburg

Meseberg, Romy
Stellvertretende Hauptgeschäftsführerin
Handwerkskammer Magdeburg

Mohme, Ingo, Dipl.-Ing.
Leiter Vorbeugende Instandhaltung & TPM
Zellstoff Stendal GmbH

Mohrenweiser, Denis, Dipl.-Ing.
Systemadministration
Stahlbau Magdeburg GmbH

Olbricht, Klaus
Präsident
Industrie- und Handelskammer Magdeburg

Peisker, Joachim, Dipl.-Ing.
Technischer Leiter und Prokurist
Weber Industrieller Rohrleitungsbau & Anlagenbau Merseburg GmbH & Co. KG

Schwaneberg, Heiko, Dipl.-Ing.
Leiter Prozessleittechnik und
Dokumentation
Zellstoff Stendal GmbH

Storch, Reiner, Dipl.-Ing.
Geschäftsführer
AEM – Anhaltische Elektromotorenwerk
Dessau GmbH

Willkomm, Frank, Dipl.-Ing.
Project/Piping Engineer
SKL Engineering & Contracting GmbH

Wulf, Gerhard, Dr.-Ing.
Leiter Technik
Zellstoff Stendal GmbH

Fragebogen

»Industrie 4.0« im Maschinen- und Anlagenbau

Region: Sachsen-Anhalt

1. Ihr Unternehmen

In welcher Branche ist Ihr Unternehmen tätig?	<input type="checkbox"/> Maschinenbau	<input type="checkbox"/> Mineralölverarbeitung	<input type="checkbox"/> Anlagenbau
	<input type="checkbox"/> Chemische Industrie	<input type="checkbox"/> Metallindustrie	<input type="checkbox"/>

Wie viele Mitarbeiter (MA) sind aktuell in Ihrem Unternehmen tätig?	<input type="checkbox"/> 1-50	<input type="checkbox"/> 51-250	<input type="checkbox"/> 251-1000	<input type="checkbox"/> 1001-5000	<input type="checkbox"/> > 5000
---	-------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	---------------------------------

Welches Durchschnittsalter (in Jahren) haben die Mitarbeiter in Ihrem Unternehmen?	<input type="checkbox"/> 20-35	<input type="checkbox"/> 36-55	<input type="checkbox"/> 56-70	<input type="checkbox"/> bin nicht sicher
--	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---

2. Ihre Person

Welche Position üben Sie in Ihrem Unternehmen aus?	<input type="checkbox"/> Geschäftsführer	<input type="checkbox"/> Werkleiter	<input type="checkbox"/> Abteilungsleiter
	<input type="checkbox"/> Meister	<input type="checkbox"/> Facharbeiter	<input type="checkbox"/>

In welcher Abteilung sind Sie in Ihrem Unternehmen tätig?	<input type="checkbox"/> Leitung/Management	<input type="checkbox"/> Produktion	<input type="checkbox"/> Betrieb/Instandhaltung
	<input type="checkbox"/> Qualitätsmanagement	<input type="checkbox"/> Vertrieb	<input type="checkbox"/> Planung
	<input type="checkbox"/> Projektsteuerung	<input type="checkbox"/>	

3. Verständnis und Akzeptanz von »Industrie 4.0«

Haben Sie sich bereits inhaltlich mit dem Zukunftsprojekt »Industrie 4.0« der Bundesregierung auseinandergesetzt?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein

Falls Ihre Antwort »ja« lautete:

	intensiv	ausführlich	teils/teils	eher wenig	nur das Nötigste
Wie sehr haben Sie sich mit der Initiative der Bundesregierung auseinandergesetzt?	<input type="checkbox"/>				

Würden Sie sagen, dass Sie sich durch die mediale Präsenz zum Thema »Industrie 4.0« gut darüber informiert fühlen?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein

Gehen Sie davon aus, dass Ihrem Unternehmen das Konzept von »Industrie 4.0« zukünftig dabei helfen wird, wettbewerbsfähig zu bleiben?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein
	<input type="checkbox"/> bin nicht sicher

Gehen Sie davon aus, dass Ihrem Unternehmen das Konzept von »Industrie 4.0« dabei helfen wird, zukünftige Herausforderungen im Unternehmen zu bewältigen?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein
	<input type="checkbox"/> bin nicht sicher

Welche Maßnahmen würden Sie sich auf dem Weg zu »Industrie 4.0« wünschen? Max. 3 Nennungen möglich.	<input type="checkbox"/> mehr Informationsveranstaltungen in der Region
	<input type="checkbox"/> mehr veröffentlichte Best-Practice-Beispiele
	<input type="checkbox"/> genauere Handlungsanweisungen
	<input type="checkbox"/> Schulungen in der Region
	<input type="checkbox"/> eine öffentliche Anlaufstelle, eine eindeutige Ansprechperson
	<input type="checkbox"/> mehr Kooperationen zwischen den Unternehmen
	<input type="checkbox"/> mehr Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen
<input type="checkbox"/> Sonstiges:	

4. Entwicklungsstand von »Industrie 4.0«

.....
Anhang
.....

Welche Technologien im Sinne von »Industrie 4.0« werden in Ihrem Unternehmen eingesetzt?
<input type="checkbox"/> M2M (automatisierter Informationsaustausch zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten, Fahrzeugen etc.)
<input type="checkbox"/> Nutzung von Cloud-Anwendungen (Speicherung und Verarbeitung von Daten in vernetzten Rechnern)
<input type="checkbox"/> Arbeit mit Echtzeit-Daten
<input type="checkbox"/> Smart Grid (Kommunikative Vernetzung und Steuerung des Stromnetzes)
<input type="checkbox"/> Transpondertechnologie
<input type="checkbox"/> Internet der Dinge (Verknüpfung physischer Objekte mit ihrem virtuellen Abbild)
<input type="checkbox"/> Big Data / Product-Data-Management (Schnelle Datenverarbeitung von Massendaten)
<input type="checkbox"/> Smart Data (Intelligente, echtzeitnahe, zustands- oder situationsbezogene Wissensgewinnung aus vernetzten Massendaten)
<input type="checkbox"/> Sonstiges:
<input type="checkbox"/> Es werden noch keine Technologien im Sinne von »Industrie 4.0« in unserem Unternehmen eingesetzt.

Welche Werkzeuge im Sinne von »Industrie 4.0« werden in Ihrem Unternehmen eingesetzt?
<input type="checkbox"/> Digitale Assistenzsysteme
<input type="checkbox"/> 3D-Darstellungen
<input type="checkbox"/> Virtuelle Lernoberflächen
<input type="checkbox"/> RFID-Chips (Radio-Frequency IDentification zur Objektverfolgung)
<input type="checkbox"/> Sonstiges:
<input type="checkbox"/> Es werden noch keine Werkzeuge im Sinne von »Industrie 4.0« in unserem Unternehmen eingesetzt.

Gibt es in Ihrem Unternehmen ein Entwicklungs-Management für den Weg zur »Industrie 4.0«?	<input type="checkbox"/> ja, in Form einer Abteilung
	<input type="checkbox"/> ja, in Form eines Projektteams
	<input type="checkbox"/> ja, aber eher in Form einer gemeinsamen Vision/Strategie (unternehmensübergreifend)
	<input type="checkbox"/> nein, aber es wird regelmäßig darüber gesprochen
	<input type="checkbox"/> nein, »Industrie 4.0« wird bei uns selten bis gar nicht thematisiert
	<input type="checkbox"/> vielleicht und es ist mir nur nicht bekannt
	<input type="checkbox"/> Sonstiges:

<p>Worin sehen Sie die <u>drei</u> größten Herausforderungen, Maschinen oder Anlagen im Sinne von »Industrie 4.0« umzurüsten?</p>	<input type="checkbox"/> in der Zusammenführung der unterschiedlichen Systeme
	<input type="checkbox"/> in der mangelhaften internen IT-Infrastruktur
	<input type="checkbox"/> in der fehlenden oder mangelnden Standardisierung
	<input type="checkbox"/> bei der Suche nach passenden Geschäftspartnern
	<input type="checkbox"/> im Management
	<input type="checkbox"/> in der Mitarbeiterqualifizierung
	<input type="checkbox"/> in den Ängsten der Mitarbeiter vor Veränderung oder Ersetzbarkeit
	<input type="checkbox"/> in der Datensicherheit
	<input type="checkbox"/> in den Finanzierungsmöglichkeiten
<input type="checkbox"/> Sonstiges:	

<p>Hat Ihr Unternehmen bereits mit einer sachsen-anhaltischen Forschungseinrichtung (Bsp: Fraunhofer IFF, OvGU) zusammen gearbeitet, um die Entwicklungen in Richtung »Industrie 4.0« voranzutreiben?</p>	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein
	<input type="checkbox"/> bin nicht sicher

5. Mitarbeitersensibilität für »Industrie 4.0«

	ja, das ist dringend notwendig	ja, das ist hilfreich	teils/teils	nein, eher weniger	nein
<p>Ganz allgemein: Sollten Mitarbeiter in den Prozess der Integration der Digitalisierung involviert werden?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<p>Worin sehen Sie die <u>drei</u> größten Hürden, wenn es um die Mitarbeiterbefähigung im Zuge der vierten industriellen Revolution geht?</p>	<input type="checkbox"/> in der mangelnden Qualifikation der Mitarbeiter
	<input type="checkbox"/> in dem mangelnden Interesse der Mitarbeiter
	<input type="checkbox"/> in den wenigen Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen für Mitarbeiter
	<input type="checkbox"/> in den Ängsten der Mitarbeiter vor Ersetzbarkeit
	<input type="checkbox"/> in den Ängsten der Mitarbeiter vor Veränderung
	<input type="checkbox"/> in der mangelnden internen Kommunikation
	<input type="checkbox"/> in dem Mangel an Fachkräfte-Nachwuchs
	<input type="checkbox"/> in dem hohen Alter der Fachkräfte
	<input type="checkbox"/> Sonstiges:

Werden in Ihrem Unternehmen Maßnahmen durchgeführt, um die Mitarbeiter für das Thema »Industrie 4.0« zu sensibilisieren?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein
	<input type="checkbox"/> bin nicht sicher

Anhang

Falls Ihre Antwort »ja« lautete:

Welche Maßnahmen werden in Ihrem Unternehmen durchgeführt, um die Mitarbeiter für das Thema »Industrie 4.0« zu sensibilisieren?

Waren Sie selbst schon auf Informationsveranstaltungen zum Thema »Industrie 4.0«?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein

6. IT-Sicherheit und Datenschutz

Sind Aspekte wie IT-Sicherheit und Datenschutz für Sie relevante Themen in der Diskussion um »Industrie 4.0«?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein

Werden in Ihrem Unternehmen Vorkehrungen getroffen, um eine umfassende Datensicherheit zu gewährleisten?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein
	<input type="checkbox"/> bin nicht sicher

Fühlen Sie sich sicher, wenn Sie an den Datengebrauch in Ihrem Unternehmen denken?	<input type="checkbox"/> ja
	<input type="checkbox"/> nein

7. Abschluss

Falls Sie noch Anregungen zu unserer Umfrage haben oder uns gerne etwas mitteilen möchten, haben Sie an dieser Stelle die Gelegenheit dazu.

Linksammlung: Definitionen zum Thema »Industrie 4.0« Zugriff auf nachfolgend genannte Links zuletzt am 27. Oktober 2015

Definition 1

Promotorengruppe Kommunikation, Prof. Dr. Henning Kagermann (Sprecher)
Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0
2012

Link: https://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

Definition 2

Ulrich Sandler (Hrsg.)
Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM (Systems Lifecycle Management)
2013

Link: http://www.ciando.com/img/books/extract/3642369170_lp.pdf

Definition 3

Promotorengruppe Kommunikation, Prof. Dr. Henning Kagermann (Sprecher)
Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.
2013

Link: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf

Definition 4

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Studie. Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0
2013

Link:

http://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Fraunhofer-IAO-Studie_Produktionsarbeit_der_Zukunft-Industrie_4_0.pdf

Definition 5

Gabler Wirtschaftslexikon

Stichwort: Industrie 4.0

o. J.

Link: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2080945382/industrie-4-0-v1.html>

Definition 6

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. BITKOM
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Studie. Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland
2014

Link: http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/2014-04-07-Studie_Bitcom_Wirtschaftliches_Potential_fuer_Industrie_4.0.pdf

Definition 7

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Herausforderungen für eine moderne Industriepolitik, Stichwort: Industrie 4.0

online, o. J.

Link: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Industriepolitik/moderne-industriepolitik.html>

Definition 8

Bundesregierung

Die neue Hightech Strategie. Innovationen für Deutschland. Industrie 4.0

o. J.

Link: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Industriepolitik/moderne-industriepolitik.html>

Definition 9

Paul Alpar et. al

Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik

2014

Buch: ISBN 978-3-658-00520-7

Definition 10

Alfons Botthof, Ernst Andreas Hartmann (Hrsg.)

Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0

2015

Buch: ISBN 978-3-662-45914-0

Definition 11

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Zukunftsbild »Industrie 4.0«

o. J.

Link: <http://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/zukunftsbild-industrie-4-0.html>

Definition 12

Thomas Bauernhansl et.al (Hrsg.)

Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik

2014

Buch: ISBN 978-3-658-04681-1

Definition 13

Dr. Jürgen Bischoff (Hrsg.)

Studie »Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand«

2015

Link: <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=716886.html>

Linksammlung: Praxisbeispiele zum Thema »Industrie 4.0«

Zugriff auf nachfolgend genannte Links zuletzt am 27. Oktober 2015

Beispiele aus Deutschland

Link: <https://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Wirtschaft/Kommunizierende-Werkzeuge-reduzieren-Anwendungsfehler>

Link: <http://news.sap.com/germany/2013/05/15/sap-business-suite-powered-by-sap-hana-jetzt-allgemein-verfugbar-kern-sap-anwendungen-und-industrielosungen-fur-intelligentere-schnellere-und-einfachere-geschftsaktivitaten/>

Link: http://www.ksb.com/sonolyzer-de/?wt_ga=7959204950_43995993590&wt_kw=7959204950_%2Bsonolyzer

Beispiele aus Sachsen-Anhalt

Link: <http://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/report-invest/newsletter-iisa/2014/03/auf-dem-weg-zur-digitalen-fabrik>

Linksammlung: Sachsen-anhaltische Forschungslandschaft

Zugriff auf nachfolgend genannte Links zuletzt am 27. Oktober 2015

.....
Anhang
.....

Hochschulen

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, OvGU

www.ovgu.de/forschung.html

Hochschule Magdeburg-Stendal

www.hs-magdeburg.de/forschung.html

Hochschule Anhalt

www.hs-anhalt.de/forschung.html

Forschungseinrichtungen

Max-Planck-Institut

www.mpi-magdeburg.mpg.de

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung

www.iff.fraunhofer.de

ZPVP GmbH

www.exfa.de

Institut für Automation und Kommunikation ifak

www.ifak.eu

Cluster und Vereine

Cluster Sondermaschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt

www.cluster-smab.de

Cluster Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft

www.cluster-kreislauf-ressourcenwirtschaft.de

Zweckverband zur Förderung des Maschinen- und Anlagenbau Sachsen-Anhalt e.V.

www.fasa-ev.de

ZERE e.V.

www.zere-ev.de

Weitere Literaturempfehlungen zum Thema Maschinen- und Anlagenbau

Produktion und Logistik der Zukunft. Digital Engineering and Operation
Michael Schenk (Hrsg.), 2015, Springer Verlag,
ISBN 978-3-662-48265-0

Tagungsbände der Tagung »Anlagenbau der Zukunft«

8. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« 2014
Effizienz im Fabrik- und Anlagenlebenszyklus
ISSN 2192-1776

7. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« 2012
Der Weg zur ressourceneffizienten Anlage
ISSN 2192-1776

6. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« 2010
Effizienz im Anlagenlebenszyklus
ISBN 978-3-8396-0023-8

5. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« 2008
Virtual Engineering – Vorteile für die Projektierung, Konstruktion,
Qualifizierung und den sicheren Anlagenbetrieb
ISBN 978-3-8167-7542-3

4. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« 2006
Wettbewerbsvorteile im Anlagenbau realisieren – Zukunftsszenarien
und Erfolgsberichte
ISBN 3-8167-7026-6

[Link zu den Tagungsbänden:](http://www.iff.fraunhofer.de/de/publikationen/tagungsband/anlagenbau-der-zukunft.html)

<http://www.iff.fraunhofer.de/de/publikationen/tagungsband/anlagenbau-der-zukunft.html>

Beitragsbände der Gastvortragsreihe Virtual Reality

.....
Anhang
.....

10. Gastvortragsreihe Virtual Reality 2013
Mensch und Maschine im interaktiven Dialog
ISSN 1863-8961

9. Gastvortragsreihe Virtual Reality 2012
Mensch und Maschine im interaktiven Dialog
ISSN 1863-8961

8. Gastvortragsreihe Virtual Reality 2011
Mensch und Maschine im interaktiven Dialog
ISSN 1863-8961

7. Gastvortragsreihe Virtual Reality 2010
Mensch und Maschine im interaktiven Dialog
ISBN 978-3-8396-0023-8

6. Gastvortragsreihe Virtual Reality 2009
Mensch und Maschine im interaktiven Dialog
ISBN 978-3-8396-0082-5

5. Gastvortragsreihe Virtual Reality 2008
Mensch und Maschine im interaktiven Dialog
ISBN 978-3-8167-7827-1

Link zu den Beitragsbänden:

<http://www.iff.fraunhofer.de/de/publikationen/tagungsband/gastvortragsreihe-virtual-reality.html>

Tagungsbände der IFF-Wissenschaftstage

18. IFF-Wissenschaftstage 2015
Digital Engineering zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISSN 2196-7601

17. IFF-Wissenschaftstage 2014

Digital Engineering zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISSN 2196-7601

16. IFF-Wissenschaftstage 2013

Digital Engineering zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISSN 2196-7601

15. IFF-Wissenschaftstage 2012

Digital Engineering und virtuelle Techniken zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme

14. IFF-Wissenschaftstage 2011

Digitales Engineering und virtuelle Techniken zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISBN 978-3-8396-0281-2

13. IFF-Wissenschaftstage 2010

Digitales Engineering und virtuelle Techniken zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISBN 978-3-8396-0145-7

12. IFF-Wissenschaftstage 2009

Digitales Engineering und virtuelle Techniken zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISBN 978-3-8396-0023-8

11. IFF-Wissenschaftstage 2008

Virtual Reality und Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISBN 978-3-8167-7630-7

10. IFF-Wissenschaftstage 2007

Virtual Reality und Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme
ISBN 978-3-8167-7383-2

9. IFF-Wissenschaftstage 2006

Virtual Reality und Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme

ISBN 978-3-8167-7124-1

Anhang

[Link zu den Tagungsbänden:](#)

<http://www.iff.fraunhofer.de/de/publikationen/tagungsband/iff-wissenschaftstage.html#tabpanel-10>

Beitragsbände der Industriearbeitskreise »Kooperation im Anlagenbau«

22./23. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2014/2015

Digitale Intelligenz im Maschinen- und Anlagenbau

ISSN 2191-8996

21. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2014

Prozesssicherheit im Anlagenbau

ISSN 2191-8996

20. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2013

Energieeffiziente Produktion im Maschinen- und Anlagenbau

ISSN 2191-8996

19. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2013

Einsatz mobiler Endgeräte zur Optimierung der Prozesse im Anlagenlebenszyklus

ISSN 2191-8996

18. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2012

Erfolgsfaktoren für effizientes Bau- und Montagemanagement im Anlagenbau

ISSN 2191-8996

17. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2012

Technischer Einkauf im Anlagenbau – Das Spannungsfeld Qualität, Kosten, Zeit

ISSN 2191-8996

16. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2011

Die digitale Anlage

ISSN 2191-8996

15. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2011
Partnerschaft im Anlagenbau
ISSN 2191-8996

14. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2010
Energieeffizienz im Anlagenbau
ISSN 2191-8996

13. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 2010
Wissensbasierte Anlagenplanung und -betrieb
ISBN 978-3-8396-0182-2

[Link zu den Beitragsbänden:](#)

<http://www.iff.fraunhofer.de/de/publikationen/tagungsband/industriearbeitskreis-anlagenbau.html>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 01	Branchenübersicht, Quelle: FASA e.V.	12
Abb. 02	Mitarbeiterstärke, Quelle: FASA e.V.	18
Abb. 03	Durchschnittsalter der Mitarbeiter, Quelle: FASA e.V.	18
Abb. 04	Reaktionen der Experten auf die Frage nach den Stärken und Schwächen des Landes Sachsen-Anhalt, Quelle: FASA e.V.	20
Abb. 05	Auseinandersetzung mit dem Zukunftsprojekt »Industrie 4.0«, Quelle: FASA e.V. 21	
Abb. 06	Gewünschte Maßnahmen auf dem Weg zu »Industrie 4.0«, Quelle: FASA e.V. 22	
Abb. 07	Herausforderungen auf dem Weg zu »Industrie 4.0«, Quelle: FASA e.V.	26
Abb. 08	Reaktionen der Experten auf die These »Industrie 4.0 begegnet man am besten, wenn man einfach damit beginnt«, Quelle: FASA e.V.	28
Abb. 09	Auswahl an Hürden bei der Integration von Mitarbeitern, Quelle: FASA e.V. 29	
Abb. 10	Dringlichkeit, die Mitarbeiter in den Prozess der industriellen Digitalisierung zu integrieren, Quelle: FASA e.V.	31
Abb. 11	Reaktionen der Experten auf die These »Eine menschenleere Fabrik wird es durch Industrie 4.0 nicht geben«, Quelle: FASA e.V.	34
Abb. 12	Reaktionen der Experten auf die These »Der Mensch ist das größte Problem, wenn es um IT-Sicherheit und Datenschutz geht«, Quelle: FASA e.V.	37
Abb. 13	Aufbau des Handlungsleitfadens des FASA e.V., Quelle: FASA e.V.	41
Abb. 14	Funktionen des »Industrie 4.0 Anwendungszentrums«, Quelle: FASA e.V. ...	55

Literaturnachweise

¹ Kagermann (Hrsg.) et. al, 2013, Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, S. 5.

² vgl. Delhaes, 2014, IT-Gipfel, Regierung setzt auf Industrie 4.0, online: <http://www.handelsblatt.com/technologie/das-technologie-update/energie/it-gipfel-regierung-setzt-auf-industrie-4-0/10872682.html>, [Zugriff am 22.10.2015].

³ vgl. BMBF, 2015, Industrie 4.0 kommt auf den Hallenboden, online: <http://www.bmbf.de/press/3772.php>, [Zugriff am 22.10.2015].

⁴ vgl. BMBF, 2015, Staatssekretär Machnig: Unterstützung für kleine und mittlere Unternehmen bei der Digitalisierung, online: <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=717058.html>, [Zugriff am 22.10.2015].

⁵ Gabriel, 2015, Plattform Industrie 4.0 gegründet, Bundesregierung stellt Thema Industrie 4.0 auf breite Basis, Zitiert von Kempf, online: <http://www.process.vogel.de/automatisierung/articles/482795/>, [Zugriff am 22.10.2015].

⁶ vgl. MPH, 2014, Studie Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie, S. 19, online: http://www.mhp.com/fileadmin/mhp.de/assets/studien/MHP-Studie_Industrie4.0_V1.0.pdf, [Zugriff am 22.10.2015].

⁷ vgl. IMG, 2014, Maschinen- und Anlagenbau, online: <http://www.investieren-in-sachsen-anhalt.de/maschinen-und-anlagenbau>, [Zugriff am 22.10.2015].

⁸ vgl. VDI Technologiezentrum GmbH / GIB Gesellschaft für Innovationsforschung und Beratung GmbH, 2013, Grundlagen einer Regionalen Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014 – 2020, S. 183, online: http://www.mw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MW/Publikationen/RIS/2013-04-8_Grundlagen_einer_Innovationsstrategie_LSA.pdf, [Zugriff am 22.10.2015].

⁹ vgl. Möllring, 2015, Die Angst des Mittelstandes vor der Industrie 4.0, Zitiert von Bath, D., In: Volkstimme, 25. Juni 2015, S. 6.

¹⁰ vgl. Kagermann (Hrsg.) et. al, 2013, Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, S. 19 f.

¹¹ Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2014, Regionale Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014-2020, S. 22, online: http://www.mw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MW/Publikationen/RIS/Regionale_Innovationsstrategie_2014-2020_final.pdf, [Zugriff am 22.10.2015].

¹² vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2015, Daten zur wirtschaftlichen Lage im Land Sachsen-Anhalt, IV. Quartal 2014, online: http://www.mw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MW/Wirtschaftsdaten/Wirtschaftsdaten_Sachsen-Anhalt_IV.-Quartal-2014.pdf, [Zugriff am 27.10.2015].

¹³ vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2014, Regionale Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014-2020, S. 15, online: <http://www.mw.sachsen-anhalt.de>

halt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MW/Publikationen/RIS/Regionale_Innovationsstrategie_2014-2020_final.pdf, [Zugriff am 22.10.2015].

¹⁴ vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2014, Mittelstandsbericht des Landes Sachsen-Anhalt 2014, online: http://www.unternehmen-und-gruender-in-sachsen-anhalt.de/fileadmin/SOM/SOM/Downloads_und_Uploads/Studien_und_Co/Mittelstandsbericht_des_Landes-Sachsen-Anhalt_2014.pdf, [Zugriff am 27.10.2015]

¹⁵ vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2014, Regionale Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014-2020, S. 12, online: http://www.mw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MW/Publikationen/RIS/Regionale_Innovationsstrategie_2014-2020_final.pdf, [Zugriff am 22.10.2015].

¹⁶ vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2014, Mittelstandsbericht des Landes Sachsen-Anhalt 2014, online: http://www.unternehmen-und-gruender-in-sachsen-anhalt.de/fileadmin/SOM/SOM/Downloads_und_Uploads/Studien_und_Co/Mittelstandsbericht_des_Landes-Sachsen-Anhalt_2014.pdf, [Zugriff am 27.10.2015].

¹⁷ vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2015, Daten zur wirtschaftlichen Lage im Land Sachsen-Anhalt, IV. Quartal 2014, online: http://www.mw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MW/Wirtschaftsdaten/Wirtschaftsdaten_Sachsen-Anhalt_IV.-Quartal-2014.pdf, [Zugriff am 26.10.2015].

¹⁸ vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2014, Regionale Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014-2020, S. 26, online: http://www.mw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MW/Publikationen/RIS/Regionale_Innovationsstrategie_2014-2020_final.pdf, [Zugriff am 22.10.2015].

¹⁹ Bundesministerium für Bildung und Forschung, o.J., Zukunftsprojekt Industrie 4.0, online: <http://www.bmbf.de/de/9072.php>, [Zugriff am 27.10.2015].

²⁰ Soder, 2015, Herrn Soders Gespür für Industrie 4.0, Zitiert von Hartbrich, I., online: <http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Herrn-Soders-Gespuer-fuer-Industrie-40>, [Zugriff am 27.10.2015].

²¹ vgl. Kagermann (Hrsg.) et. al, 2013, Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, S. 6., online: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf, [Zugriff am 27.10.2015].

²² vgl. Botthoff / Hartmann (Hrsg.), 2015, Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, S. 51.

²³ Bauernhansl, 2014, Industrie 4.0. Weil wir eine Revolution auf Ansage machen, hinkt die Ausbildung nach, Zitiert von Ilg, P., online: <http://www.vdi-nachrichten.com/Management-Karriere/Weil-Revolution-Ansage-machen-hinkt-Ausbildung-nach>, [Zugriff am 27.10.2015].

²⁴ Hirsch-Kreinsen, 2013, Industrie 4.0: Die menschenleere Fabrik bleibt eine Illusion, online: <http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreinsen/aktuelles/meldungsmedien/20130930-Artikel.pdf>, [Zugriff am 26.10.2015].

²⁵ vgl. Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, 2014, Mittelstandsbericht des Landes Sachsen-Anhalt 2014, online: http://www.unternehmen-und-gruender-in-sachsen-anhalt.de/fileadmin/SOM/SOM/Downloads_und_Uploads/Studien_und_Co/Mittelstandsbericht_des_Landes-Sachsen-Anhalt_2014.pdf, [Zugriff am 27.10.2015].

²⁶ vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), 2014, Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland, S. 7, online: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Lageberichte/Lagebericht2014.pdf?__blob=publicationFile, [Zugriff am 27.10.2015].

²⁷ vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), 2014, Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland, online: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Lageberichte/Lagebericht2014.pdf?__blob=publicationFile, [Zugriff am 27.10.2015].

²⁸ vgl. Fraunhofer-Gesellschaft, o. J., Industrial Data Space. Digitale Souveränität über Daten und Dienste, online: <http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/pressemedien/2015/industrial-data-space-eckpunkte.pdf>, [Zugriff am 27.10.2015].

²⁹ vgl. TÜV Informationstechnik GmbH, TÜViT, online: <https://www.tuvit.de/de/index.htm>, [Zugriff am 27.10.2015].

³⁰ vgl. Die Bundesregierung, 2015, IT-Sicherheitsgesetz. Schutz für die digitale Infrastruktur, online: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2014/12/2014-12-17-kabinett-it-sicherheitsgesetz.html>, [Zugriff am 27.10.2015].

³¹ Schenk, 2015, Die Logistik ist eine Enabler der Industrie 4.0 | Interview mit Prof. Dr. Michael Schenk, im Interview mit PR RFID im Blick, online: <http://www.rfid-imblick.de/de/201501212486/die-logistik-ist-ein-enabler-der-industrie-4-0.html>, [Zugriff am 27.10.2015].

³² vgl. TÜV SÜD AG, 2015, ISO 9001 – Qualität mit System, online: <http://www.tuev-sued.de/management-systeme/iso-9001>, [Zugriff am 27.10.2015].

³³ EurA Consult AG, o.J., Die Netzwerkidee, online: <http://www.smartgrids-net.de/>, [Zugriff am 27.10.2015].

³⁴ BITKOM e.V., 2012, Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte, online: https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Publikation_4232.html, [Zugriff am 16.11.2015].

³⁵ Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, 2002, E-Businessfähigkeit für kleine und mittelständige Unternehmen der Maschinen- und Anlagenbaubranche, S. 80.

³⁶ Gabler Wirtschaftslexikon, 2015, Echtzeitbetrieb, online:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/74896/echtzeitbetrieb-v9.html>, [Zugang am 16.11.2015].

³⁷ Die Bundesregierung, 2015, Die neue Hightech-Strategie – Innovationen für Deutschland, online:
http://www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BMBF/HTS_Broschure_barrierefrei_pdf_1764.html, [Zugang am 16.11.2015].

³⁸ Gabler Wirtschaftslexikon, 2015, Internet, online:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/9169/internet-v13.html>, [Zugang am 16.11.2015].

³⁹ Gabler Wirtschaftslexikon, 2015, Internet der Dinge, online:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/1057741/internet-der-dinge-v4.html>, [Zugang am 16.11.2015].

⁴⁰ Gabler Wirtschaftslexikon, 2015, Vernetzung, online:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/4990/vernetzung-v7.html>, [Zugang am 16.11.2015].

⁴¹ Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, 2015, Leitfaden Laserscanning im Anlagenbau. Vorbereitung und Durchführung von Laserscanningprojekten für die Planung und Dokumentation von industriellen Anlagen, S. 19.

⁴² Gabler Wirtschaftslexikon, 2015, Wertschöpfungskette, online:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/145581/wertschoepfungskette-v7.html>, [Zugang am 16.11.2015].

⁴³ Die Bundesregierung, 2015, Zukunftsprojekt der Bundesregierung, online:
<http://www.hightech-strategie.de/de/Zukunftsprojekte-der-Bundesregierung-972.php>, [Zugang am 16.11.2015].



Zweckverband zur Förderung
des Maschinen- und Anlagenbaus
Sachsen-Anhalt e.V.

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Geschäftsführerin
Andrea Urbansky

Telefon: +49 391 4090 321
Telefax: +49 391 4090 93 321

urbansky@fasa-ev.de
www.fasa-ev.de



Im Auftrag des Ministeriums für
Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt