

Industrie 4.0, Strategie

## Das Applikationszentrum Industrie 4.0

Vorgehen, Planung und Erfolgsfaktoren

S. Kärcher, D. Görzig, P. Foith-Förster, T. Bauernhansl

Susann Kärcher, M.Sc, David Görzig, MBE, Dipl.-Ing. Petra-Foith-Förster, Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl  
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und IFF Universität Stuttgart  
Nobelstr. 12, D-70569 Stuttgart  
Tel. +49 (0)711 / 970-3838  
E-Mail: susann.kaercher@ipa.fraunhofer.de  
Internet: www.ipa.fraunhofer.de

### Dank

Die Autoren bedanken sich beim Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg für die Unterstützung im Rahmen des Forschungsprojekts „Applikationszentrum Industrie 4.0“ des Fraunhofer IPA in Stuttgart (Aktenzeichen 7–4332.62-IPA/43) sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Unterstützung der „I4.0 Begleitforschung zur Mobilisierung kleiner und mittlerer Unternehmen“ unter dem Förderkennzeichen (01IS16020).

Industrie 4.0 stellt hohe Anforderungen an das Know-how und die Infrastruktur von Unternehmen. Anwendungszentren können den erfolgreichen Einstieg in die digitale Transformation der Unternehmen entscheidend unterstützen. Der vorliegende Artikel zeigt die geschäftsmodellbasierte Planung von Industrie 4.0 Anwendungszentren auf und nennt Erfolgsfaktoren. Die Inhalte des Artikels basieren auf den Erfahrungen aus dem Applikationszentrum Industrie 4.0 des Fraunhofer IPA.

Application Center Industrie 4.0 – Approach, planning and success factors

Industrie 4.0 challenges both the know-how as well as the infrastructure of industrial enterprises. Application Centers can decisively support the digital transformation of companies. The paper presented describes a business model-based approach to plan such application centers and derives critical factors for success. Content and findings of the paper base on the experiences gained during the planning and operation of the Application Center Industrie 4.0 at Fraunhofer IPA and IFF, University of Stuttgart.

### 1 Zur Motivation von Anwendungszentren

Die großen Fortschritte in der Informations- und Kommunikationstechnologie treiben immer neue Innovationen in der industriellen Produktion an. Im Kontext von Industrie 4.0 ergeben sich nun durch eine stärkere Vernetzung über das Internet und die zunehmende Verschmelzung von physischer und virtueller Welt zahlreiche neue Möglichkeiten. Die daraus resultierenden neuen Geschäftsmodelle und effizienteren Produktionsprozesse stellen für Unternehmen am Hochlohnstandort Deutschland einen wichtigen Wettbewerbsfaktor, aber zugleich auch eine enorme Herausforderung in der Umsetzung dar [1, 2].

Nach wie vor ist es vielen Unternehmen unklar, wie sie das große Potenzial der Industrie 4.0 konkret für sich nutzen können. Insbesondere fehlt den Unternehmen in IT-Fragen häufig das notwendige Know-how für die Umsetzung [3, 4]. Um diese Hürden zu überwinden, benötigen sie problemspezifische Unterstützung von außen. Fachhochschulen, Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen können für diesen digitalen Transformationsprozess einen wichtigen Beitrag leisten. Sie verfügen bereits über zahlreiche umgesetzte Industrie 4.0-Anwendungsfälle sowie das notwendige Know-how zur Übertragung auf die Problemstellungen der Unternehmen [5]. Aktuell besteht allerdings immer noch eine Lücke zwischen Wissenschaft und Praxis [6]. Es werden organisatorische Strukturen benötigt, die eine schnelle und unkomplizierte Umsetzung der gemeinsamen Projekte erlauben [5]. Ein Anwendungszentrum kann diese organisatorische Struktur abbilden. Im Jahr 2015 hat das Fraunhofer IPA deshalb das Applikationszentrum Industrie 4.0 aufgebaut. Im vorliegenden Beitrag wird ein Ansatz für die Planung von Industrie 4.0-Anwendungszentren vorgestellt und es werden Faktoren definiert, die wesentlich zum erfolgreichen Betrieb des Zentrums beitragen.

### 2 Anwendungszentren zur Unterstützung von Industrie 4.0

Mit Industrie 4.0 werden aufgrund der Interdisziplinarität mit notwendigen Kompetenzen aus Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik besonders hohe Anforderungen an das Know-how und die Infrastruktur von Unternehmen gestellt [2]. Der Technologietransfer aus Forschungseinrichtungen in die

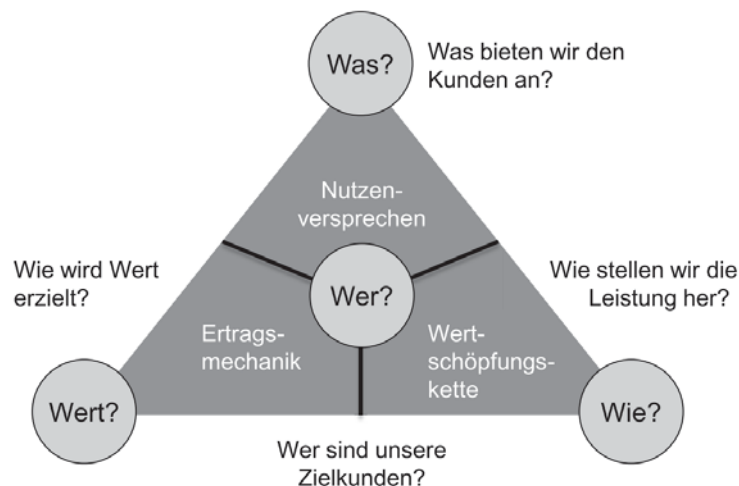
Unternehmen stellt deshalb einen wichtigen Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft in Deutschland dar [6]. Ziel der Zusammenarbeit von Unternehmen mit Forschungseinrichtungen ist meist der Ausbau der eigenen Kompetenzen sowie die Generierung von Technologievorsprüngen gegenüber dem Wettbewerb [7]. Die Formate hierfür sind vielfältig. Beispiele sind Auftragsforschung, Nutzung der Infrastruktur, Aus- und Weiterbildung, Abschlussarbeiten sowie persönliche Kontakte [7].

Industrie 4.0-Anwendungszentren bieten den geeigneten organisatorischen und infrastrukturellen Rahmen. Betrieben durch ein Forschungsinstitut, bieten sie eine Umgebung, die auf industriegetriebene Forschung, Entwicklung und Demonstration von cyber-physischen Systemen spezialisiert ist [5]. Darüber hinaus bieten sie einen Rahmen, in dem Unternehmen neue Kompetenzen durch Schulungen aufbauen können und ihre selbst entwickelten Lösungen mithilfe der vorhandenen Infrastruktur testen können. Im Vergleich zu anderen Formen von Transferzentren wie Testumgebungen oder Lernfabriken bieten sie Unternehmen somit die meisten Möglichkeiten [8]. Die vorhandene Literatur geht bisher nur auf die aktuelle inhaltliche Ausgestaltung der Zentren ein [5, 6]. Es finden sich keine Darstellungen zum Vorgehen in der Planung von neuen Anwendungszentren.

### 3 Planungsansatz für I4.0-Anwendungszentren

Grundlage für das hier vorgestellte Vorgehen zur Planung von Anwendungszentren ist die Annahme, dass sich die Zentren als Non-Profit-Einheit im Rahmen der Industrieforschung selbstständig tragen müssen. Daher verfolgt der vorgestellte Ansatz das Ziel, ein oder mehrere Geschäftsmodelle für das Zentrum schrittweise zu entwickeln. Das Planungsvorgehen erfolgt angelehnt an die Methodik zum Entwickeln und Konstruieren von technischen Produkten und wird in den drei grundlegenden Schritten Situationsanalyse, Zielsetzung und Lösungsentwicklung durchgeführt [9]. Die Analyse der bestehenden Situation beinhaltet zunächst eine umfangreiche Literaturrecherche zu den Stakeholdern des zukünftigen Anwendungszentrums. Partner wie Unternehmen, Fördermittelgeber, supplementäre Forschungseinrichtungen, IHK und Cluster zählen genauso dazu wie mögliche Wettbewerber. Die zukünftigen Partner des Anwendungszentrums werden im nächsten Schritt zu ihren Anforderungen befragt. Auf der Basis des daraus ermittelten Bedarfs kann die Zielsetzung für das Anwendungszentrum erarbeitet werden, die beispielsweise bestimmte Technologie- oder Methodenkompetenzen oder das Adressieren einer bestimmten Zielgruppe umfassen kann. Im letzten Schritt erfolgt die Lösungsentwicklung durch die Ausformulierung der konkreten Elemente der Geschäftsmodelle.

Die inhaltliche Grundlage der einzelnen Schritte bildet das Geschäftsmodell. Wie **Bild 1** zeigt, können nach Gassmann et al. [10] vier Dimensionen „Was?“, „Wie?“, „Wert?“ und „Wer?“ unterschieden werden.



**Bild 1 Dimensionen eines Geschäftsmodells [10]**

Die Dimension „Wer?“ hinterfragt die Zielgruppe des Zentrums. „Was?“ deckt das Angebot an den Kunden ab und beschreibt alle möglichen Leistungen des Zentrums. Die Dimension „Wie?“ hinterfragt, welche Prozesse und Aktivitäten notwendig sind, um das Zentrum aufzubauen. Die Frage „Wert?“ beschäftigt sich damit, wie ein Anwendungszentrum langfristig überlebensfähig sein kann. Es müssen sowohl die anfallenden Kosten betrachtet werden als auch die möglichen Wege zur Erzielung von Umsätzen. Konkret angewendet bedeutet dies, dass in der Situationsanalyse alle vier Felder aus Sicht der Anforderungen vollständig beantwortet werden müssen.

## 4 Aufbau des Applikationszentrums Industrie 4.0 des Fraunhofer IPA

Beim Aufbau des Applikationszentrums Industrie 4.0, einer Innovationsumgebung, in der Unternehmen und Wissenschaft gemeinsam Industrie-4.0-Anwendungen erforschen und bedarfsgerecht weiterentwickeln, wurde der in Kapitel 3 vorgestellte Planungsansatz verwendet.

Zunächst wurden im Rahmen der **Situationsanalyse** die wesentlichen Stakeholder des Anwendungszentrums in der Region recherchiert. Als besonders relevant konnten kleine und mittlere Unternehmen identifiziert werden. Aufbauend darauf wurde eine zweistufige Delphi-Studie zu den Bedarfen und Hemmnissen im Bereich Industrie 4.0 im Mittelstand durchgeführt. Nach einer Befragung der Unternehmen wurden die Ergebnisse gemeinsam mit Experten interpretiert. Im Fokus standen vor allem das Nutzenversprechen, konkrete Projektformate sowie die Erwartungen an die Leistungserstellung [11].

Auf Basis der Studie wurden die **Ziele** des Anwendungszentrums in Form von Entwicklungsfeldern definiert, auf die sich die vier Showcases des Applikationszentrum Industrie 4.0 stützen, wie in **Bild 2** zu sehen.



Bild 2. Umsetzung des Leitbilds in Demonstratoren

Jedes der Felder richtet sich dabei an eine identifizierte Zielgruppe und erfordert unterschiedliche Voraussetzungen wie Infrastruktur und Know-how. Der Showcase „Die Digitalisierung der Wertschöpfung“ betrachtet Lösungen für eine flexible Vernetzung unterschiedlicher Produktionsressourcen, um Entscheidungen in Echtzeit treffen zu können und technische Systeme zu befähigen autonom zu agieren. Im Showcase „Der Mensch als Dirigent der Produktion“ stehen Lösungen im Vordergrund, wie produktionsnahe Mitarbeiter durch individuelle Assistenzsysteme und eine reagierende Arbeitsumgebung bei der täglichen Arbeit unterstützt werden können. „Das personalisierte Produkt“ zeigt, wie eine Herstellung personalisierter Produkte zu Kosten der Massenproduktion möglich sein kann. Im Showcase „Die autonome Produktion“ werden Lösungen gezeigt, die auf Basis von Echtzeitinformationen autonom agieren und reagieren.

Daraufhin wurden im nächsten Schritt fünf **Geschäftsmodelle** des Anwendungszentrums entwickelt, die jeweils in den vier definierten Showcases umgesetzt werden können:

- **Technologietransfer:** Wesentliche Aufgabe des Anwendungszentrums ist der Technologietransfer im Rahmen von gemeinsamen Projekten. Er kann mit der Industrie zum Beispiel in Form von Entwicklungs- oder Beratungsprojekten, gemeinsamen Workshops oder strategischen Kooperationen (Labs) erfolgen.
- **Demonstrationsumgebung:** Eine Demonstrationsumgebung ist eine Einrichtung, in der entwickelte Lösungen – sogenannte Demonstratoren – gezeigt werden können. Vertreter aus Unternehmen, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft können diese Umgebung besuchen. Sie hilft dabei, das Verständnis für Industrie 4.0 zu fördern, Unternehmen zu sensibilisieren, Lösungen greifbar zu machen sowie das Vertrauen in das Anwendungszentrum zu stärken.
- **Schulungen:** Die Digitalisierung und Industrie 4.0 verändert die (Produktions-)arbeit. Um die Mitarbeiter bei diesen Veränderungen mitnehmen und weiterbilden zu können, werden im Rahmen des Anwendungszentrums Schulungen angeboten. Diese reichen von der Schulung des Maschinenbedieners auf dem Shopfloor bis hin zu Themen wie Digitalisierungsstrategie und

Geschäftsmodellentwicklung, welche das Management adressieren. Umfang und Dauer können stark variieren. Demonstratoren können in die Schulungen integriert werden.

- Unterstützung von Gründungen: Durch das Anwendungszentrum werden Gründungen unterstützt. Dies kann zum Beispiel über eine Kontaktplattform für Partnerschaften erfolgen. Weiter soll ein Erfahrungsaustausch unter Gründern ermöglicht werden. Auch Konzepte wie Maker Spaces, Rent-an-Expert oder das Anwendungszentrum als Testumgebungen können bei Gründungen behilflich sein.
- Netzwerk: Das Anwendungszentrum hat sich ein Netzwerk aufgebaut und bietet eine Plattform für den Austausch. Auch besteht ein Überblick, welche Partner welche Kompetenzen hat.

## 5 Erfolgsfaktoren in den Dimensionen der Geschäftsmodelle

Jedes der in Kapitel 4 vorgestellten Geschäftsmodelle betrachtet die vier Dimensionen nach Gassmann et al. [10]. Im Folgenden sollen Erfolgsfaktoren und Erfahrungen, die im Applikationszentrum Industrie 4.0 in diesen Dimensionen gemacht wurden, beschrieben werden.

### 5.1 Zielkunden

Ein Anwendungszentrum befindet sich im Spannungsfeld unterschiedlicher Interessen. Große Unternehmen haben ein hohes Budget für Forschung und Entwicklung sowie oft eigene F&E-Teams. Ihr Interesse besteht eher an großen Leuchtturmthemen und strategischen Partnerschaften. Kleine Unternehmen benötigen hingegen oft mehr Informationen und Demonstration. Sie haben im Allgemeinen wenig Budget und Personal für Forschung und Entwicklung. Beauftragte Projekte enthalten oft wenig Risiko. Weiter muss ein Anwendungszentrum auch den Ansprüchen der Politik genügen. Wesentlich ist, dass Forschungsthemen strategisch relevant sind sowie ein ausreichender Transfer zwischen Wirtschaft und Wissenschaft erfolgt. In der Dimension der Zielkunden lassen sich folgende Erfolgsfaktoren ableiten:

- **Enger Kontakt zur Industrie:** Nur durch konstanten Austausch mit der Industrie kann die hohe Anwendungsorientierung erhalten werden. Über gemeinsame Gespräche, Projekte und Labs wird deutlich, welche Anforderungen und Problemstellungen die Industrie hat. Auch können entwickelte Lösungen erst hierdurch schnell für die Industrie verfügbar gemacht und adaptiert werden.
- **Leuchttürme schaffen:** Um eine breite Strahlkraft zu haben, sollten Anwendungszentren möglichst schnell einen oder mehrere thematische Leuchttürme schaffen.
- **Adaption in Unternehmen:** Im Rahmen des Applikationszentrums Industrie 4.0 wurde deutlich, dass es erforderlich ist, Unternehmen zu zeigen, wie eine Adaption der Use Cases auf ihr Unternehmen erfolgen kann.
- **Umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit:** Entscheidender Faktor ist es, das Anwendungszentrum als Marke zu etablieren. Ergebnisse sollten breit veröffentlicht und gut zugänglich sein.

### 5.2 Nutzenversprechen

Grundlagen für das Nutzenversprechen sind die am Anwendungszentrum vorhandenen Demonstratoren sowie das Know-how für ihre Weiterentwicklung und Überführung. Sie sollten daher sorgfältig nach dem erwarteten Kundennutzen sowie den Umsetzungskosten ausgewählt werden.

Erfolgsfaktoren für das Nutzenversprechen sind:

- **Klare Projektformate:** Es ist wichtig, nach außen deutlich zu kommunizieren, bei welchen Problemstellungen das Anwendungszentrum unterstützen und wie eine Zusammenarbeit im Rahmen der Geschäftsmodelle aussehen kann.
- **Showcases statt Einzeldemonstratoren:** Die Demonstratoren des Stuttgarter Applikationszentrums Industrie 4.0 gliedern sich in vier Showcases (siehe Kapitel 4), um den ganzheitlichen Nutzen von Industrie 4.0 über die Integration von verschiedenen Use Cases zu zeigen.
- **Entwicklungsumgebung vs. Demonstrationsumgebung:** Eine reine Demonstrationsumgebung zeigt fertig entwickelte Demonstratoren an denen keine Veränderungen vorgenommen werden, die also stets vorgeführt werden können (Museumscharakter). Eine Alternative ist die Kombination der Demonstrations- mit einer Entwicklungsumgebung. Die Vorteile liegen in der Aktualität der Demonstratoren, was die Umgebung lebendig macht.

### 5.3 Leistungserstellung

Für ein Anwendungszentrum werden Büroräume, eine Demonstrationsfläche und Labore benötigt. Auch

sollten repräsentative Räume für Schulungen und Veranstaltungen eingerichtet werden. Des Weiteren muss eine passende Infrastruktur geschaffen werden; IT-seitig sind das zum Beispiel Server- und Cloudstrukturen, Rechencluster.

Im Bereich der Leistungserstellung lassen sich aus den Erfahrungen folgende Erfolgsfaktoren ableiten:

- **Interdisziplinäres Team:** Industrie 4.0 ist interdisziplinär und so ist es notwendig, auch das Team in einem Anwendungszentrum interdisziplinär – über die Fachdisziplinen hinweg – aufzustellen.
- **Aufbau auf Vorarbeiten und aktive Anfangsphase:** Für eine schnelle Sichtbarkeit im regionalen und überregionalen Umfeld empfiehlt es sich, auf bereits bestehenden Vorarbeiten aufzusetzen. Je schneller Lösungen demonstriert werden können, desto schneller ist der Zugang zu Unternehmen möglich.
- **Projektleitung (nach innen und außen):** Entscheidend ist auch ein gut funktionierendes Projektmanagement. Hier ist Folgendes zu empfehlen:
  - Die Mitarbeiter des Anwendungszentrums sollten für eine höhere interne Durchschlagskraft aus der Organisation gelöst werden (zum Beispiel in Form einer eigenen Gruppe oder eines Labs).
  - Die Projektleitung ist für die strategische Ausrichtung während des Projekts und die inhaltliche Klammer über alle Arbeitspakete verantwortlich.
  - Die Projektleitung ist Ansprechpartner nach außen („one face to the customer“).
  - Es sollte eine zweite Führungsebene unterhalb der Gesamtprojektleitung eingerichtet werden.
  - Zu Beginn des Projekts sollte eine gemeinsame Grundlage von Methoden und deren Anwendung geschaffen werden (zum Beispiel durch Projektmanagementschulung aller Projektleiter im Projekt). Auch sollte eine gemeinsame Risikoanalyse durchgeführt werden.
  - Es sollte ein Lenkungskreis/ Kuratorium als Beratungsinstrument errichtet werden.

## 5.4 Finanzierung

In der Planung muss definiert werden, wie das zu planende Anwendungszentrum finanziert werden soll. Folgendes Finanzierungsmodell ist zu empfehlen:

- Eine **Anschubfinanzierung** über die erste Projektlaufzeit (Erfahrungswert: 4 Jahre Projektlaufzeit) bietet Planungssicherheit für alle Beteiligten und notwendigen Freiraum.
- (Weitere) **Forschungsmittel** können nach Beginn des Anwendungszentrums beantragt werden, benötigen allerdings etwa 1,5 Jahre Vorlauf.
- **Industriemittel** können in Form von projektspezifischen Beauftragungen oder im Rahmen von Labs akquiriert werden. Diese steigen mit der Laufzeit eines Anwendungszentrums an.

Erfolgsfaktoren für die Finanzierung sind:

- **Anschubfinanzierung bei Projektbeginn:** Um gerade zu Beginn des Projekts freie Gestaltungsmöglichkeit zu haben, ist es wichtig, für eine ausreichend hohe Anschubfinanzierung zu sorgen. Sie nimmt den finanziellen Druck und ermöglicht Freiräume, gute Ideen zu entwickeln. Auch können so notwendige Grundlagen geschaffen werden.
- **Ausreichend Mittel für Hardware vorhalten:** Wenn eine Demonstrationsumgebung aufgebaut werden soll, ist es notwendig, Mittel für Hardware einzuplanen. Auch wenn im Kontext von Industrie 4.0 oft Softwarelösungen entwickelt werden, so wird für eine Demonstration dennoch Hardware benötigt (zum Beispiel eine Anlage, die Daten erzeugt, die dann in Services visualisiert werden).

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Industrie 4.0-Anwendungszentren sind Innovationsumgebungen, die der Industrie die digitale Transformation ihrer Unternehmungen ermöglichen. Durch den geeigneten organisatorischen und infrastrukturellen Rahmen gelingen bedarfsgerecht Technologietransfer, Demonstration, Schulung, die Unterstützung von Gründungen und die Netzwerkbildung. Der Aufbau von Anwendungszentren gelingt jedoch nur dann erfolgreich, wenn sie nicht zum Selbstzweck sondern in Ausrichtung an Zielkunden und Nutzenversprechen aufgebaut werden. Die vorgestellte geschäftsmodellorientierte Strukturierung und die Beachtung der vorgestellten Erfolgsfaktoren hilft bei der Planung eines erfolgreichen Anwendungszentrums. Das Applikationszentrum Industrie 4.0 des Fraunhofer IPA, auf dem die Erkenntnisse dieses Papiers beruhen, war äußerst erfolgreich: Über die Laufzeit von vier Jahren wurden mit öffentlicher Förderung intensiv cyber-physische Systeme für eine autonome Produktion, die Steuerung von Informationsflüssen über einen digitalen Schatten der Produktion, Mixed Reality Anwendungen in der Produktion und additive Fertigungstechnologien zur Befähigung personalisierter Produkte erforscht und entwickelt. Zudem wurden zahlreiche industriespezifische Labs gegründet. Das Applikationszentrum Industrie 4.0 diente als Keimzelle für die aufbauend gegründeten Zentren des Stuttgarter Technologie- und

Innovationscampus (S-TEC), die die genannten Themen weiter vertiefen.

## Literatur

- [1] Bauernhansl, T.: Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T.; ten Hompel, M. (Hrsg.) Handbuch Industrie 4.0 Bd.4. Berlin: Springer Verlag 2017, S. 235-246
- [2] Kagermann, H.: Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T.; ten Hompel, M. (Hrsg.) Handbuch Industrie 4.0 Bd.4. Berlin: Springer Verlag 2017, S. 1-32
- [3] Ernst & Young: Industrie 4.0 – das unbekannte Wesen? Ernst & Young 2016
- [4] Lichtblau, K.: Industrie 4.0-Readiness. Frankfurt: Impuls-Stiftung des VDMA 2015.
- [5] Landherr, M.: The Application Center Industrie 4.0 - Industry-driven manufacturing, research and development. Procedia CIRP 57 (2016) S. 26 – 31
- [6] Scholz-Reiter, B.: Von der Forschung in die Praxis. Industrie 4.0 Management 32 (2016) 4, S. 3
- [7] Rauter, R.: Interorganisationaler Wissenstransfer. Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und KMU. Wiesbaden: Springer-Verlag 2013
- [8] Goerzig, D.; Luckert, M.; Bauernhansl, T.: Analyse der Nutzung von Industrie 4.0 Testumgebungen durch kleine und mittlere Unternehmen. Werkstattstechnik wt online 108 (2019) 3
- [9] VDI-Fachbereich Produktentwicklung: VDI 2221—Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI 1993
- [10] Gassmann, O. et. al.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. 1.Auflage, München: Hanser 2013
- [11] Müller, F. et al.: Industrie 4.0: Entwicklungsfelder für den Mittelstand: aktuelle Hemmnisse und konkreter Bedarf. Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA 2016.