

Anforderungen an die Bewirtschaftung von Daten für Smart Services im Wertschöpfungsnetzwerk

Kooperative Smart Services in der smarten Fabrik

T. Stahl, M. Schreiber, F. Mayer, T. Bauernhansl, J. Metternich

In Business-Ökosystemen werden Werte geschaffen, die Unternehmen alleine nicht generieren können. Bei der Umsetzung von Smart Services in der smarten Fabrik müssen heterogene Ressourcen vernetzt werden. Dies erfordert die Kooperation aller an der Datenwertschöpfung beteiligten Akteure von der Datengenerierung bis zur Datennutzung. In diesem Beitrag werden Hemmnisse und Anforderungen an die kooperative Umsetzung von Smart Services in der smarten Fabrik identifiziert.

STICHWÖRTER

Industrie 4.0, Digitalisierung, Smart Services

Cooperative smart services in the smart factories - Requirements for managing smart service data in the value network

Business ecosystems help companies to create value they could not generate on their own. Implementing smart services in a smart factory requires connecting heterogeneous resources in a network. This necessitates the cooperation of all actors involved in data value creation, from data generation to data usage. This paper identifies barriers and requirements for cooperatively implementing smart services in a smart factory.

1 Einleitung

Die Digitalisierung der Produktion unter Verwendung von Sensoren, webfähigen Modulen und der Vernetzung von Maschinen führt zu einer wachsenden Menge an kontinuierlich übertragbaren Daten [1]. Daraus ergeben sich neue Nutzenpotenziale für die Industrie [2], etwa die Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der Produktion durch Smart Services [3]. Oft müssen Daten über Unternehmensgrenzen hinweg erfasst und weiterverarbeitet werden [4]. Unternehmen äußern daher zunehmend den Wunsch nach verstärkter Kooperation in Wertschöpfungsnetzwerken [5]. In der Literatur wird der Begriff Wertschöpfungsnetzwerk häufig mit dem Begriff Business-Ökosystem gleichgesetzt [6, 7]. Trotz der Absicht, die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zu intensivieren, scheitern Business-Ökosysteme an einer falschen Abwicklung [8]. Mangelndes Vertrauen zwischen den Unternehmen (nachfolgend als Akteure bezeichnet), fehlende Skalierbarkeit der Daten, unzureichende Ansätze zur Gewinnverteilung und fehlende Rahmenbedingungen für eine profitable Datenverwertung sind Hemmnisse für die Umsetzung von Smart Services [9].

Ziel der Studie war es herauszufinden, ob diese Hemmnisse auch für die unternehmensübergreifende Umsetzung von Smart Services in der smarten Fabrik bestehen. Außerdem werden Anforderungen an eine erfolgreiche Kooperation bei der Umsetzung von Smart Services in der Produktion abgeleitet. Dazu wurde eine qualitative Studie mit zehn Industrieunternehmen durchgeführt, die alle über Erfahrungen mit Smart Services verfügen.

2 Grundlagen

Die smarte Fabrik ist ein flexibles Wertschöpfungsnetzwerk, in dem sich verschiedene Akteure zusammenschließen: Komponenten- und Anlagenanbieter, Maschinenanbieter, Fabrikbetreiber [9] und Serviceanbieter [10]. Um die Wirtschaftlichkeit der smarten Fabrik zu gewährleisten, ergänzen Smart Services die Produktion [3]. Smart Services sind konfigurierbare, datenbasierte Dienstleistungen [11].

Für Smart Services werden große Datenmengen von unterschiedlichen Akteuren generiert, erfasst und ausgetauscht [12]. Diese Daten werden mittels intelligenter Algorithmen und Analyseverfahren interpretiert und zu Informationen verarbeitet [13]. Schließlich werden die Informationen als Wissen für die Nutzung aufbereitet und als Entscheidungsgrundlage genutzt [14]. Ohne die Verwertung des generierten Wissens kann den Daten kein Wert beigemessen werden [15]. Der Wertschöpfungsprozess mit Daten wird als Datenwertschöpfungskette bezeichnet [14, 16].

3 Aufbau der Studie

Die Studie verfolgt einen design-orientierten und explorativen Ansatz in fünf Schritten. Im ersten Schritt wurden zwei Forschungsfragen formuliert:

- F1: Wie ist der Entwicklungsstand der Industrie bei der Transformation zur smarten Fabrik, insbesondere hinsichtlich der Nutzung datenbasierter Services?
- F2: Welche Herausforderungen ergeben sich für das Datenmanagement im Kontext von Smart Services innerhalb der smarten Fabrik?

Tabelle. Auflistung der Experten nach Akteur, Arbeitsebene und Art des Unternehmens.

#	Akteur	Arbeits-/ Managementebene	Art des Unternehmens
I-01	Fabrikbetreiber	Strategischer Produktmanager	Hersteller von Baumaschinen
I-02	Komponenten- und Anlagenlieferant	Geschäftsführer	Hersteller von Industriefiltern
I-03	Komponenten- und Anlagenlieferant	Geschäftsführer	Hersteller von Werkzeugen
I-04	Infrastrukturanbieter	Produktmanager	Anbieter von Industriecomputern
I-05	Komponenten- und Anlagenlieferant	Entwicklungsingenieur	Hersteller von Werkzeugen
I-06	Serviceanbieter	Data Scientist	Anbieter von Industrie-4.0-Lösungen
I-07	Komponenten- und Anlagenlieferant	Leiter Digitale Produktion	Zulieferer von Präzisionskomponenten und Systemen
I-08	Komponenten- und Anlagenlieferant	Assistenz des CDO	Hersteller von Werkzeugmaschinen
I-09	Serviceanbieter	Business Developer	Anbieter von IT-Dienstleistungen
I-10	Fabrikbetreiber	Automatisierungstechniker	Hersteller von Montagesystemen

Es wurden Experten befragt (siehe **Tabelle**), die aufgrund ihrer Tätigkeit über Vorkenntnisse in der Entwicklung von Smart Services anhand von Shopfloor-Daten verfügen [17, 18].

Die Experteninterviews wurden nach dem SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)-Schema von Helfferich [17] durchgeführt und in drei Blöcke strukturiert: (1) Situation des befragten Experten/Unternehmens, (2) Datenmanagement und Smart-Service-Modelle, (3) Ansätze zur Datenauswertung. Die Auswertung der Interviews erfolgte in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach *Kuckartz und Rädiker* [19]. Abschließend wurden Anforderungen an eine erfolgreiche Kooperation bei der Umsetzung von Smart Services abgeleitet.

4 Ergebnisse

4.1 Entwicklungsstand

Alle zehn Unternehmen ergänzen ihre Produkte um datenbasierte Dienstleistungen. Die Datenbasis für Smart Services besteht bei allen Interviewpartnern aus Laufzeitdaten, die während der Nutzungsphase der Komponenten und Anlagen von Aktoren und Sensoren erfasst (I-01; I-02) oder manuell ergänzt werden (I-01; I-03).

Die erfassten Daten werden bisher unstrukturiert abgelegt und in eigenständige Smart Services integriert (I-01; I-08). Diese Smart Services wurden den Nutzenfeldern nach *Schatz et al.* [20] zugeordnet: Die Optimierung der Produktivität wird von der Mehrheit adressiert (Wertstromanalyse in I-06, Produktionsplanung in I-07, Condition Monitoring in I-01; I-02; I-03; I-04, Optimierung von Qualität, Durchlaufzeit und Verfügbarkeit in I-09). Auch die Steigerung der Nachhaltigkeit wird genannt (Energieeffizienz, Verschleißüberwachung in I-07; I-08).

Die Wissensautomatisierung wird über die Rückkopplung von Laufzeitdaten vom Kunden zum Lieferanten adressiert, sodass die Produktentwicklung an den tatsächlichen Kundenbedürfnissen ausgerichtet werden kann (I-02; I-06; I-08). Bei der Bedarfsorientierung unterstützen Smart Services die Geschäftsmodellinnovation (I-06; I-09), indem die Vergütung zukünftig nach der tatsächlichen Nutzung gestaffelt wird (I-02; I-03; I-6; I-08; I-10).

4.2 Herausforderungen bei der Datenbewirtschaftung

Für die Umsetzung von Smart Services mit mehreren Akteuren und eine nachhaltige Zusammenarbeit in der smarten Fabrik wurden folgende Herausforderungen identifiziert:

- Herausforderung 1 – Mangelndes Vertrauen bezüglich Datenhoheit und -souveränität: Zustands- und Prozessdaten von Maschinen und Anlagen würden wettbewerbskritische Informationen enthalten. Damit würde die Weitergabe dieser Informationen unter den gewerblichen Rechtsschutz fallen. Ohne vertrauensbildende Maßnahmen ziehen Unternehmen, vor allem Komponenten- und Anlagenanbieter, die Eigenentwicklung einer kooperativen Entwicklung von Smart Services vor, auch wenn sie dafür auf Synergieeffekte verzichten (I-01; I-02; I-04; I-08; I-10). Bei Cloud-Lösungen wird der Standort der Server kritisch gesehen (I-04; I-05; I-02).
- Herausforderung 2 – Ungewisse Rolle des Menschen: Bei der Entscheidungsunterstützung in der Produktion wird die Rolle des Menschen als unverzichtbar angesehen. Von den Kooperationspartnern wird daher erwartet, dass der Mensch auch in der operativen Anwendung von Smart Services berücksichtigt wird (I-02; I-05).
- Herausforderung 3 – Fehlende Geschäftsmodell-Innovation: Der Konzentration auf Hardware-basierte Geschäftsmodelle steht einer Innovation mit Smart Services entgegen (I-02; I-03; I-08). Es wird erwartet, dass sich am Status quo auch in Zukunft wenig ändern wird (I-02; I-10), solange es an Erfahrung mit neuen Geschäftsmodellen mangelt (I-01; I-02; I-03; I-09). On-Demand Services und Performance-based Pricing sind für produzierende Unternehmen in Deutschland eine Vision, die noch nicht etabliert ist (I-03; I-08; I-09).
- Herausforderung 4 – Verschiebung des Risikos: Die Verschiebung des Wertversprechens vom Verkauf der Hardware hin zur leistungsabhängigen Vergütung führt zu einer Verschiebung des Haftungsrisikos (I-02; I-08, I-10). Diese Verschiebung wird im Risikomanagement der Komponenten- und Anlagenanbieter nicht ausreichend berücksichtigt. Hier ist eine vertragliche Gestaltung notwendig, um zum Beispiel auch den Serviceanbieter für Ausfälle haftbar zu machen (I-08).
- Herausforderung 5 – Fehlende Infrastruktur: Die vorhandene Infrastruktur in den produzierenden Unternehmen wird als

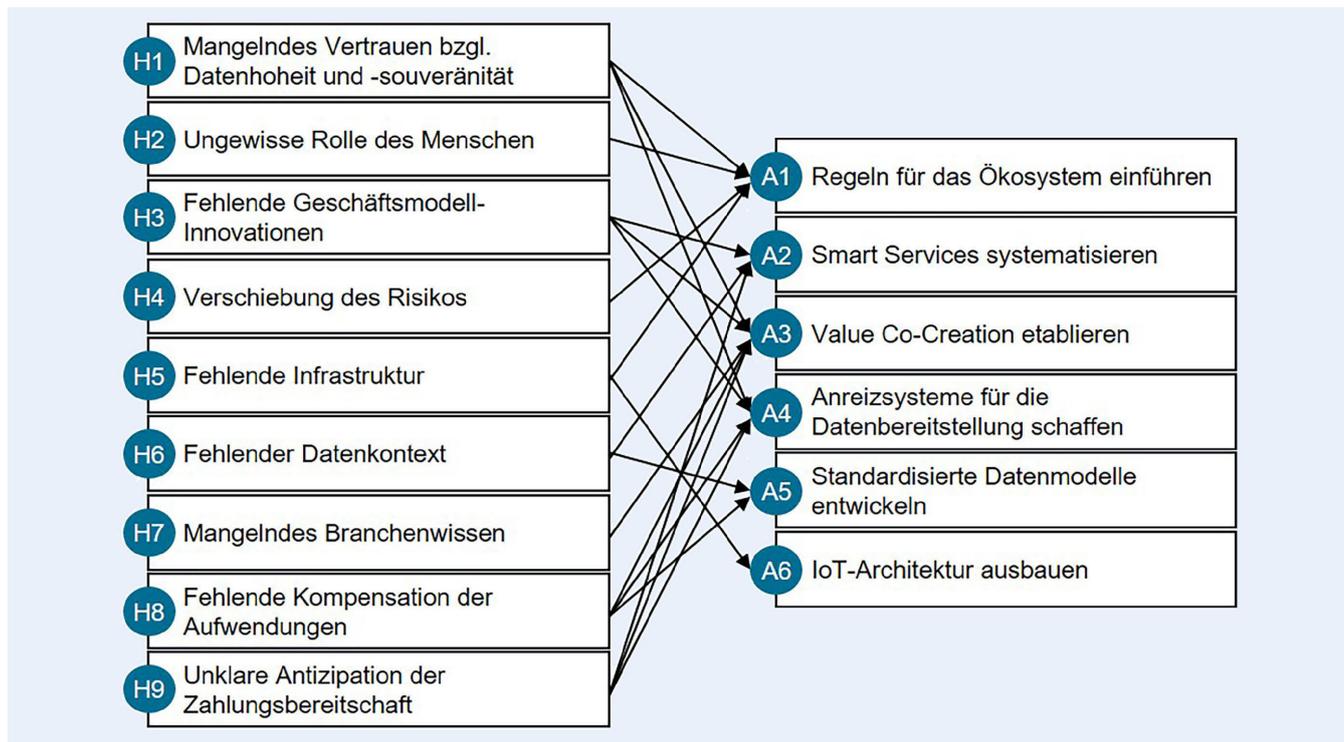


Bild. Ableitung der Anforderungen an die Kollaboration zur Entwicklung von Smart Services im Wertschöpfungsnetzwerk der smarten Fabrik.
Grafik: Fraunhofer IPA

- unzureichend wahrgenommen: Begrenzter Einsatzbereich von MES-Systemen (I-08), unzureichende Erfassung von Shopfloor-Daten aufgrund fehlender Sensorik (I-06), unstrukturierte Datenbanken (I-03), unzureichende Performance von Cloud-Lösungen (I-03; I-05).
- Herausforderung 6 – Fehlender Datenkontext: Um Daten adäquat bewirtschaften zu können, ist Kontextwissen zu den Shopfloor-Daten notwendig (I-01; I-03; I-04). Hersteller und Betreiber von Maschinen und Anlagen sind sich dieses Wissensvorsprungs gegenüber Serviceanbietern bewusst (I-04, I-02, I-05) und bevorzugen die interne Umsetzung von Serviceangeboten (I-02). Serviceanbieter ohne Kontextwissen benötigen große Datenmengen, um diese Wissenslücke (mit heterogenen Daten) zu schließen (I-03).
 - Herausforderung 7 – Mangelndes Branchenwissen: Die Entwicklung von Smart Services erfordert ein tiefes Branchen- und Unternehmenswissen, da die Produktionsbedingungen über Branchen, aber auch über mehrere Standorte eines Unternehmens hinweg, heterogen sind. Dies erschwert die Übertragbarkeit von Daten auf unterschiedliche Anwendungsfälle (I-02; I-03).
 - Herausforderung 8 – Fehlende Kompensation der Aufwendungen: Der Aufwand für die Datenbereitstellung bringt den Komponenten- und Anlagenanbietern keinen unmittelbaren Mehrwert. Dieser wird erst in der Datennutzung erzielt. Eine Datenbewertung unterstützt bei der Erfassung unterschiedlicher Wertschöpfungsbeiträge der Akteure. Alle Befragten befürworten Ansätze zur Bewertung von Daten zum Beispiel kosten- oder nutzenbasiert. Diese Ansätze werden bisher auf die im eigenen Unternehmen anfallenden Daten beschränkt (I-02, I-03; I-05; I-06; I-09). Es fehlen Ansätze, um die Auf-

wendungen der Datenbereitstellung auch in Wertschöpfungsnetzwerken zu kompensieren (I-01; I-03; I-05; I-06; I-08).

- Herausforderung 9 – Unklare Antizipation der Zahlungsbereitschaft: Alle Befragten stehen einer nutzenbasierten Datenbewertung positiv gegenüber. Der Nutzen wird durch die Erkenntnisse aus der Analyse und Visualisierung der Daten in Smart Services generiert. Die fehlende Akzeptanz der Kunden, für Smart Services gemessen am Nutzen zu bezahlen, wird von den Unternehmen kritisiert (I-02; I-03; I-04; I-05; I-08; I-09). Zudem hängt der generierte Kundennutzen vom Reifegrad des Smart Services ab, sodass die Qualität der Shopfloor-Daten nur einen indirekten Einfluss auf die Bewertung hat (I-01; I-05; I-08; I-09). Ebenso hängt die Bewertung des Nutzens von der individuellen Situation des Anwenders ab (I-04; I-05; I-06).

5 Anforderungen an die Kooperation

Für die zukünftige Zusammenarbeit in einem Business-Ökosystem sind den Interviewpartnern Vertrauen (I-01; I-02; I-04; I-10), Fairness (I-05), ein Umdenken (I-02; I-08) und die Standardisierung der Plattform (I-02; I-05) wichtig. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden auf Basis aktueller und themenverwandter Veröffentlichungen sechs Anforderungen an Gestaltungselemente abgeleitet (**Bild**).

- Anforderung 1 – Governance für das Ökosystem einführen: Zur Vertrauensbildung (H1), Klärung der Rolle des Menschen (H2), Risikoverteilung (H4) und Datenqualität (H5) wird die Einführung einer Ökosystem-Governance empfohlen [21, 22]. Eine Governance ermöglicht eine niedrigschwellige und rechtskonforme Teilhabe an Daten und datenbasierten Innovationen und vermeidet Marktbeschränkungen durch Datenabhängig-

keiten [23]. Außerdem regelt sie Souveränität und Sicherheit der Daten [14].

- Anforderung 2 – Smart Services systematisieren: Unsicherheit über den Wertbeitrag (H3), die mangelnde Branchenkenntnis (H7) und die fehlende Orientierung an den Kundenbedürfnissen (H9) erfordern eine Systematisierung von Smart-Service-Modellen (A2). Kundenbedarfe müssen identifiziert und quantifiziert werden, damit die Entwicklung von Smart Services in Wertschöpfungsprozessen von den beteiligten Akteuren unterstützt wird. Dazu sind transparente und systematisch erfasste Anwendungsfälle mit nachvollziehbarem Nutzenverständnis notwendig [21, 24].
- Anforderung 3 – Value Co-Creation etablieren: Die Partizipation im Ökosystem wird mit der Absicht begründet, Werte zu realisieren (H3), die allein nicht realisierbar sind [16, 25]. Dies setzt voraus, dass die Akteure ein gemeinsames Ziel verfolgen, die Prozesse kennen und mit ihrer Rolle zufrieden sind [26, 27]. Die Koordination der Ziele und Prozesse übernimmt ein zentraler Orchestrator [28]. Er besetzt die Schnittstelle zum Kunden (H9) und muss eine faire Verteilung des Aufwands (H8) auf alle Leistungserbringer, auch Komplementäre genannt, koordinieren [7]. Diese Form der Zusammenarbeit wird als Lösungssystem bezeichnet [29].
- Anforderung 4 – Anreizsysteme für die Datenbereitstellung schaffen: Im Datenwertschöpfungsprozess verursachen alle Aktivitäten Kosten. Einnahmen werden aber erst durch Smart Services generiert. Daher muss ein Anreizsystem entwickelt werden, das einen Teil der Erlöse an die Datenlieferanten weitergibt [16, 27]. Um diese Verteilung festzulegen, ist eine Bewertung des Aufwands beziehungsweise des Nutzens der Daten notwendig [30]. Durch eine finanzielle Bewertung kann allen Beteiligten der Wert ihres Beitrags aufgezeigt werden [31]. Der finanzielle Beitrag zum Smart Service wird nachvollziehbar (H3). Dies schafft Vertrauen (H1) und kompensiert den fehlenden Kontakt zum Endkunden (H7).
- Anforderung 5 – Standardisierte Datenmodelle entwickeln: Aus der heterogenen Natur der Maschinendaten (H6) ergibt sich die Forderung nach einer Standardisierung der Maschinendaten innerhalb des Ökosystems. Gerade weil der „erste Meter“ der Datenerfassung durch die Datenlieferanten erfolgen muss [31], werden standardisierte Datenmodelle benötigt, die allen Akteuren beim Austausch von Maschinendaten vorgegeben werden [21]. Ein standardisiertes Datenmodell schafft zwar keinen direkten Mehrwert für die Datenlieferanten [16, 22], stellt aber sicher, dass die Skalierung von Smart Services über Anlagen unterschiedlicher Anbieter und Betreiber hinweg gelingen kann [32, 33]. Zudem kann die gemeinsame Nutzung standardisierter Maschinendaten auch als Voraussetzung für die Teilnahme an einer Umsatzbeteiligung genutzt werden (A4, H8).
- Anforderung 6 – IoT-Architektur ausbauen: Smart Services setzen eine standardisierte IoT-Infrastruktur (H5) voraus, damit bestehende Systeme miteinander vernetzt werden können (A6). IoT-Plattformen sind Enabler für die Vernetzung der verschiedenen Akteure eines Ökosystems [34], sodass Maschinendaten (A5) erfasst (IoT-Endpunkte), übertragen (Kommunikationsprotokolle), ausgetauscht (Message Broker), analysiert und visualisiert (Applikationen) werden können [35].

6 Zusammenfassung

Die Unternehmen des produzierenden Gewerbes kennen die Potenziale von Smart Services, bevorzugen aber bisher noch die Umsetzung aus eigener Kraft und verzichten bewusst auf Synergieeffekte (F1). Aus den zehn Experteninterviews konnten in der qualitativen Auswertung neun Herausforderungen für die unternehmensübergreifende Umsetzung von Smart Services in der smarten Fabrik identifiziert werden (F2). Die Ergebnisse sind nach *Kuckartz und Rädiker* [19] auf vergleichbare Rahmenbedingungen übertragbar. Aus diesen Herausforderungen wurden sechs Anforderungen abgeleitet, die bereits in weiteren Veröffentlichungen [9, 21, 36] identifiziert wurden. Der Aufwand für die Generierung und Erhebung von Daten wird nach Einschätzung der Experten nicht ausreichend honoriert. Eine Datenbewertung, die sich sowohl an den Kosten als auch am Nutzen orientiert, wird von den Experten befürwortet. Als praktikable Lösung werden Verteilungsschlüssel gesehen, sodass die Wertbeiträge der Smart Services als Gemeinerlöse zwischen den Akteuren aufgeteilt werden. Entsprechend werden Anreizsysteme zur Datenbereitstellung in die Anforderungen aufgenommen.

Da Kooperationen in Verbindung mit dem wirtschaftlichen Erfolg der einzelnen Akteure für Ökosysteme essenziell sind, müssen die betroffenen Wertschöpfungsnetzwerke prüfen, ob und wie sie die Anforderungen erfüllen können. Dazu bedarf es eines zentralen, vertrauenswürdigen Akteurs, der die Koordination zur Erfüllung der Anforderungen übernimmt: Aufbau einer IoT-Architektur, standardisierte Datenmodelle und Verteilung der Erlöse aus geteilten Wertversprechen. Die Plattform Industrie 4.0 ordnet Smart Services den Geschäftsmodell-Innovationen zu. Sie hat bereits 2016 Handlungsbedarf bei der Erforschung und Entwicklung geeigneter Methoden und Modelle zur Umsetzung dieser Innovationen festgestellt. Gefordert wird ein abgestimmtes Vorgehen als Grundlage für horizontale Wertschöpfungsnetzwerke, damit die Teilnahme eines Unternehmens an einem Wertschöpfungsnetzwerk auch wirtschaftlich sinnvoll ist [37]. Die Ergebnisse der vorliegenden Publikation lassen den Schluss zu, dass diese Forschungslücke weiterhin besteht.

Literatur

- [1] Neuhüttler, J.; Woyke, I. C.; Ganz, W.: Applying Value Proposition Design for Developing Smart Service Business Models in Manufacturing Firms. In: Freund, L. E.; Cellary, W. (eds.): *Advances in The Human Side of Service Engineering*. Cham: Springer International Publishing 2018, pp. 103–114
- [2] ZVEI: Auf dem Weg zur smarten Fabrik – Industrie 4.0 schafft Wertschöpfungsnetzwerke. Internet: www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2014/november/Auf_dem_Weg_zur_smarten_Fabrik_-_Industrie_4.0_schafft_Wertschoepfungsnetzwerke/Industrie-4-0-Auf-dem-Weg-zur-smarten-Fabrik.pdf. Zugriff am 14.08.2023
- [3] Cano, A. M.; Stahl, T.; Bauernhansl, T.: Business Model Innovation in Manufacturing Equipment Companies. In: Weißgraeber, P.; Heieck, F.; Ackermann, C. (eds.): *Advances in Automotive Production Technology – Theory and Application*. Heidelberg: Springer-Verlag 2021, pp. 53–62
- [4] Zhang, M.; Arafa, A.; Huang, J. et al.: Pricing Fresh Data. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 39 (2020) 5, pp. 1211–1225
- [5] Becker, W.; Ulrich, P.; Fibitz, A. et al.: *Ökosysteme im Mittelstand*. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2020
- [6] Becker, W.; Eierle, B.; Fliaster, A. et al.: *Geschäftsmodelle in der digitalen Welt. Strategien, Prozesse und Praxiserfahrungen*. Wiesbaden: Springer Gabler 2019

- [7] Erk, C.; Müller, C.: Ökosystem-Akteure und -Rollen. In: Erk, C. (Hrsg.): Unternehmens-Ökosysteme. Gemeinsam nutzen stiften. Wiesbaden: Springer Gabler 2022, S. 61–71
- [8] Pidun, U.; Reeves, M.; Schüssler, M.: Why Do Most Business Ecosystems Fail? Internet: www.bcg.com/publications/2020/why-do-most-business-ecosystems-fail. Zugriff am 14.08.2023
- [9] Bauer, K.; Bieneck, M. C.; Haße, H. et al.: Kollaborative datenbasierte Geschäftsmodelle. Internet: www.bmw.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-kollaborative-datenbasierte-geschaeftsmodelle.pdf?__blob=publicationFile&v=8. Zugriff am 14.08.2023
- [10] Trauth, D.; Bergs, T.; Gülpen, C. et al.: Monetarisierung von Fertigungsdaten. In: Bergs, T.; Brecher, C.; Schmitt, R. et al. (Hrsg.): Internet of Production – Turning Data into Value: Statusberichte aus der Produktionstechnik 2020, S. 340–364
- [11] Bullinger, H.-J.; Ganz, W.; Neuhüttler, J.: Smart Services – Chancen und Herausforderungen digitalisierter Dienstleistungssysteme für Unternehmen. In: Bruhn, M.; Hadwich, K. (Hrsg.): Dienstleistungen 4.0. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2017, S. 97–120
- [12] Attard, J.; Orlandi, F.; Auer, S.: Exploiting the Value of Data through Data Value Networks. Proceedings ICEGOV 2017: 10th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance, New Delhi, India, 2017, pp. 475–484
- [13] Schöning, H.; Dorchain, M.: Big Smart Data – Intelligent Operations, Analysis und Process Alignment. In: Bauernhansl, T.; Hompel, M. ten; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Band 1, Produktion. Berlin: Springer Vieweg 2017
- [14] Curry, E.: The Big Data Value Chain: Definitions, Concepts, and Theoretical Approaches. In: Cavanillas, J. M.; Curry, E.; Wahlster, W. (eds.): New Horizons for a Data-Driven Economy. Cham: Springer International Publishing 2016
- [15] Arrow, K. J.: Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In: National Bureau of Economic Research (ed.): The Rate and Direction of Inventive Activity. Princeton: Princeton University Press 1962, pp. 609–626
- [16] Badewitz, W.; Kloker, S.; Weinhardt, C.: The Data Provision Game: Researching Revenue Sharing in Collaborative Data Networks. 2020 IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI), Antwerp, Belgium, 2020, pp. 191–200
- [17] Helfferich, C.: Leitfaden- und Experteninterviews. In: Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2019
- [18] Przyborski, A.; Wohlrab-Sahr, M.: Qualitative Sozialforschung: Ein Arbeitsbuch, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2014
- [19] Kuckartz, U.; Rädiker, S.: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Grundlagentexte Methoden. Weinheim: Beltz Juventa 2022
- [20] Schatz, A.; Bauernhansl, T.: Geschäftsmodell-Innovationen. In: Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T.; Hompel, M. ten (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Bd. 1: Produktion. Berlin: Springer Vieweg 2017, S. 245–260
- [21] Rupek, T.: Establishing Governance Structures for Analytics-Driven Interorganizational Data Sharing Networks – Designing a Framework Based on a Qualitative Study. Proceedings LWDA '21: Lernen, Wissen, Daten, Analysen, 2021, S. 242–257
- [22] Gelhaar, J.; Otto, B.: Challenges in the Emergence of Data Ecosystems. Proceedings 24th Pacific Asia Conference on Information System, PACIS 2020. 2020, #175
- [23] Weber, B.; Gernert, R.: Data Governance – Datenteilung in Ökosystemen rechtskonform gestalten. In: Rohde, M.; Bürger, M.; Peneva, K. et al. (Hrsg.): Datenwirtschaft und Datentechnologie. Heidelberg: Springer-Verlag 2022, S. 109–131
- [24] Vogt, H.; Ehrat, M.; Fuchs, R. et al.: Welche datenbasierten Servicemodelle sind erfolgsversprechend für KMU der Maschinen-, Anlagen-, Elektro- und Metallindustrie? HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 58 (2021) 3, S. 521–536
- [25] Roland Berger, University of St. Gallen (Hrsg.): Business ecosystems – Partnership of equals for corporates, SMEs and startups. Internet: www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_business_ecosystems-2.pdf. Zugriff am 14.08.2023
- [26] Adner, R.: Ecosystem as Structure. Journal of Management 43 (2017) 1, pp. 39–58
- [27] Gelhaar, J.; Both, J.; Otto, B.: Requirements For Incentive Mechanisms In Industrial Data Ecosystems. Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics CPSL 2021. Hannover : publish-Ing. 2021, pp. 126–135
- [28] Lechner, C.; Dexheimer, J.: Ökosysteme. Eine neue Strategie im digitalen Zeitalter? Internet: ifb.unisg.ch/wp-content/uploads/2019/07/ZOE_2019_03_Lechner_Dexheimer.pdf. Zugriff am 14.08.2023
- [29] Pidun, U.; Reeves, M.; Knust, N.: How Do You Manage a Business Ecosystem? Stand: 2021. Internet: <http://www.bcg.com/de-de/publications/2021/how-to-manage-business-ecosystem>. Zugriff am 14.08.2023
- [30] Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V. (Hrsg.): Die ökonomische Bewertung von Daten. Verfahren, Beispiele und Anwendungen. IW-Analysen 129. Köln: Medien GmbH 2019
- [31] Strnadl, C. F.: End-to-End-Architekturen zur Datenmonetarisierung im Industrial Internet of Things (IIoT). In: Trauth, D.; Bergs, T.; Prinz, W. (Hrsg.): Monetarisierung von technischen Daten. Heidelberg: Springer Vieweg 2021, S. 170–206
- [32] Wang, N.; Ren, S.; Liu, Y. et al.: An active preventive maintenance approach of complex equipment based on a novel product-service system operation mode. Journal of Cleaner Production 277 (2020), pp. 123365
- [33] Kampker, A.; Frank, J.; Schwartz, M. et al.: Lernen von den Besten: Fünf Erfolgsfaktoren bei der Entwicklung von Smart Services. In: Meyer, K.; Klingner, S.; Zinke, C. (Hrsg.): Service Engineering. Von Dienstleistungen zu digitalen Service-Systemen. Wiesbaden: Springer Vieweg 2018, S. 151–165
- [34] Tilson, D.; Lyytinen, K.; Sørensen, C.: Research Commentary – Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. Information Systems Research 21 (2010) 4, pp. 748–759
- [35] Trauth, D.; Bergs, T.; Prinz, W. (Hrsg.): Monetarisierung von technischen Daten. Heidelberg: Springer Vieweg 2021
- [36] Baars, H.; Weber, P.; Tank, A.: Institutionalizing Analytic Data Sharing in SME Ecosystems – A Role-Based Perspective. Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences, 2022, pp. 6135–6144
- [37] Anderl, R.; Bauer, K.; Bauernhansl, T. et al.: Forschungsagenda Industrie 4.0. Aktualisierung des Forschungsbedarfs. Internet: https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/forschungsagenda-i40.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugriff am 16.08.2023



Tobias Stahl, M. Sc.

Foto: Autor

Florian Mayer, M. Sc.

Prof. Dr.-Ing. **Thomas Bauernhansl**

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart
Tel. +49 711 / 970-1954
tobias.stahl@ipa.fraunhofer.de
www.ipa.fraunhofer.de

Markus Schreiber, M. Sc.

Prof. Dr.-Ing. **Joachim Metternich**
Technische Universität Darmstadt
Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW)
Tel. +49 6151 / 8229-694
Otto-Berndt-Str. 2, 64287 Darmstadt
m.schreiber@ptw.tu-darmstadt.de
www.ptw.tu-darmstadt.de

LIZENZ



Dieser Fachaufsatz steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)