

Entwicklung marktfähiger Geschäftsmodelle für digitale Zwillinge und digitale Schatten

Smart Services auf Basis „Digitaler Zwillinge“

R. Prielipp, B. Bojko, N. Göhlert, L. Pelliccia

Die Methoden und Werkzeuge des „Digitalen Zwillings“ (DZ) und „Digitalen Schattens“ (DS) erlauben die Realisierung dienstleistungs- und datenbasierter Geschäftsmodelle im industriellen Kontext. Zwar sehen sich Unternehmen zunehmend in die Lage versetzt, DZ und DS technisch umzusetzen, jedoch bestehen nach wie vor Herausforderungen, marktfähige Smart Services abzuleiten. Dieser Beitrag zeigt eine Methode zur Konzeptionierung von Geschäftsmodellen für DZ und DS am Beispiel der Textilbranche auf.

STICHWÖRTER

Dienstleistungen, Digitalisierung, Produktentwicklung

Business models based on digital twins and digital shadows in the textile industry

The methods and tools of digital twins (DT) and digital shadows (DS) allow for implementing data- and service-based business models in an industrial context. Although companies increasingly see themselves in a position to implement DT and DS technologies, there are still challenges in deriving marketable smart services. This article presents a method for conceptualizing business models based on DT and DS, as exemplified by the textile industry.

1 Einleitung und Ziel des Beitrags

Die Textilbranche ist geprägt durch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und bisher vor allem auf Effizienzsteigerung und Skaleneffekte in der Massenproduktion ausgerichtet [1]. Neuerungen werden vornehmlich durch Innovationen technischer Art ausgelöst und betreffen meist nicht die Neugestaltung des Geschäftsmodells. Die Entwicklung digitaler Zwillinge (DZ) und Schatten (DS) in der Textilindustrie gestattet jedoch die Umsetzung neuartiger Geschäftsmodelle im großen Stil, wobei die Einsatzmöglichkeiten und Mehrwerte sehr vielseitig sind: Sie reichen von der virtuellen Inbetriebnahme, beschleunigten Planungs- und Umsetzungsprozessen, über das Ableiten neuer Erkenntnisse und Zusammenhänge, Simulation und Prognosen für vorausschauende Wartung und Rezepturgestaltung bis hin zur Realisierung autonomer Systeme, wie etwa in der Intralogistik.

Die komplexen und schwer zu digitalisierenden Prozesse und Produkte in der Textilindustrie, wie komplexe Veredelungsprozesse für vielfältige Gewebeeigenschaften, verzögerten lange Zeit die Umsetzung von DZ und DS [2]. Zwar liegen diese nun durch weitergehende Forschung zur Nutzung vor, allerdings stellt die Konzeptionierung und Gestaltung von neuen Geschäftsmodellen – über die verbreiteten, wiederkehrenden Geschäftsmodellmuster hinaus – die Unternehmen unter den vorherrschenden Gegebenheiten in der Textilindustrie regelmäßig vor Herausforderungen [2]. Der vorliegende Artikel zielt darauf ab, Unternehmen der Textilindustrie eine Vorgehensweise zur Konzeptionierung solcher Geschäftsmodelle und Smart Services aufzuzeigen.

2 Verständnis

Für ein einheitliches Verständnis und die Einordnung dieses Beitrags werden zunächst die Begriffe digitaler Zwilling, digitaler Schatten, Geschäftsmodell, Dienstleistung und Smart Service definiert.

Digitale Zwillinge sind Modelle von realen Objekten (zum Beispiel Produkte, Produktionssysteme), welche die Funktionen des Systems oder dessen Komponenten über den Lebenszyklus beschreiben. Mithilfe dieser Grundlogik können Simulationen, etwa für Prozessoptimierungen und Prognosen, realisiert werden. [3] Ein DZ als Modell schafft jedoch nur einen Mehrwert durch die Nutzung im Zusammenspiel mit Daten (Datenanalyse und Simulation) [4]. In diesem Zusammenhang ist der DS relevant: Digitale Schatten sind hinreichend genaue Abbilder relevanter Daten [5]. Diese Daten in Form des DS bilden einen realen Produktionsprozess oder Teile dessen in der virtuellen Welt ab und im Zusammenspiel mit den DZ kann ein möglichst identisches Abbild der Realität beschrieben werden [6].

Für den Begriff „Geschäftsmodell“ konnte sich bislang keine allgemeingültige Definition durchsetzen [7]. Vielmehr existiert ein sehr breit gefächertes Begriffsverständnis. Schallmo stellt jedoch fest, dass den meisten gemein ist, dass ein Geschäftsmodell die Grundlogik eines Unternehmens in den Dimensionen Kunde, Nutzen, Wertschöpfung, Partner und Finanzen beschreibt. Die Dimensionen und deren Elemente geben an, auf welche Art durch Produkte oder Dienstleistungen Nutzen gestiftet wird und wie der Anbieter Umsatz und Gewinn erzielt. [8]

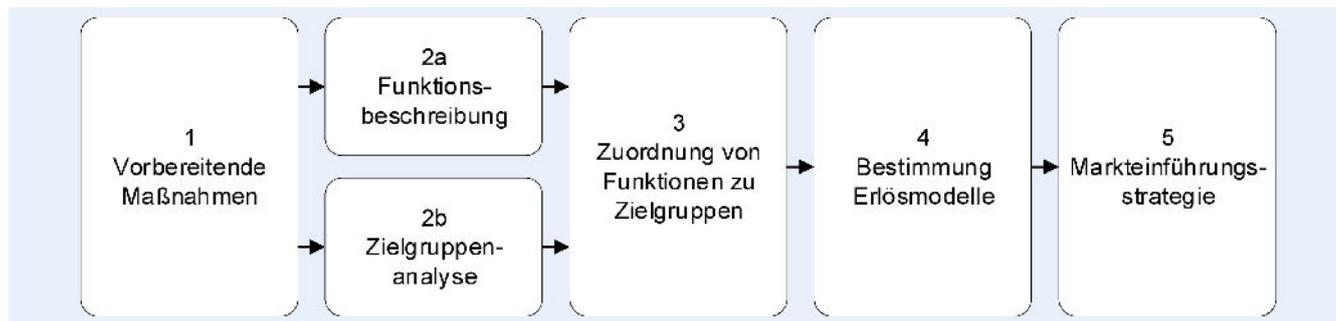


Bild 1. Vorgehensweise zur Geschäftsmodellkonzeption in der Textilindustrie. Grafik: Eigene Darstellung

Eine Dienstleistung ist eine „selbstständig marktfähige Leistung, die im Zuge eines kooperativen Leistungserstellungsprozesses Kompetenzen und/oder Ressourcen von Dienstleistungsanbietern und Dienstleistungskunden miteinander integriert“ [9]. Ein Smart Service wird in diesem Kontext als eine „Dienstleistung verstanden, die Daten aus digital vernetzten physischen Objekten (Smart Products) aggregiert, verarbeitet und auf dieser Basis einen Mehrwert erzeugt“ [8]. Smart Services sind daher immer Dienstleistungen, das heißt auch selbstständig marktfähig, mit Bezug zu einem physischen Objekt. Folglich sind datenbasierte Geschäftsmodelle jene, die nur anhand von Daten bestehen können. Dagegen sind dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle jene, bei denen ein wesentlicher Anteil des Nutzens als Dienstleistung umgesetzt wird. Daten- und dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle sind folglich Dienstleistungen auf Basis von Daten.

Für die Kreation neuer Geschäftsmodelle stehen in der unternehmerischen Praxis eine Reihe von Methoden zur Verfügung (Business Model Canvas, Service Business Model Canvas, Gemini4.0 Geschäftsmodell-Karten, 55 Geschäftsmodellkarten nach Gassmann, e³-value), die aber für industrielle Anwendungsszenarien oft zu abstrakt und zu wenig detailliert sind. Vor allem KMU der Textilindustrie mit vorliegendem DZ zu relevanten Systemen stehen vor der Herausforderung, dass sich die bekannten Vorgehensweisen zur Gestaltung eines datenbasierten Geschäftsmodells als zu wenig spezifisch herausstellen, um daraus konkrete Dienstleistungen abzuleiten.

3 Vorgehensweise bei der Geschäftsmodellkonzeption

Die nachfolgend beschriebene, im Projekt SmarMoTEX entwickelte Vorgehensweise zur Geschäftsmodellkonzeption richtet sich primär an Textilunternehmen, die bereits an DZ arbeiten. Wirtz und Daiser [10] haben einen Vergleich bisheriger Geschäftsmodellinnovationsprozesse vorgenommen, wobei der vorliegende Artikel auf Basis der Ausführungen von Amit und Zott [11] und Frankenberger et al. [12] entwickelt wurde. Die Vorgehensweise zur Umsetzung von marktfähigen Smart Services auf Basis des DZ und DS erfolgt wechselseitig nach dem Push- und Pull-Prinzip: Zum einen werden Möglichkeiten evaluiert, Dienstleistungen auf vorhandenen Daten zu generieren, zum anderen werden diese Optionen mit den Marktgegebenheiten und den Bedürfnissen der Zielgruppen abgeglichen. Die Vorgehensweise in **Bild 1** gliedert sich in die folgenden Schritte:

Die vorbereitenden Maßnahmen (1) umfassen eine Bestandsaufnahme zu den Gegebenheiten im Unternehmen. Hierzu zählen

die Beschreibung der bisher vorhandenen DZ oder deren Prototypen sowie die Definition ihrer Einsatzmöglichkeiten und technischen Grenzen. Die vorhandenen und potenziell nützlichen Daten sind festzuhalten. Zu den vorbereitenden Maßnahmen zählt auch die Initialisierung des Projektmanagements und des Projektteams.

Die Funktionsbeschreibung (2a) inkludiert die konkrete Abgrenzung aller relevanten, technischen Module und deren Funktionen. Zur Bestimmung wesentlicher Funktionen unterstützt die Lead-User-Methode, bei welcher fortschrittliche Nutzer konkrete Bedürfnisse und Lösungsvorschläge einbringen, die in die eigene Entwicklung integriert werden können. Dies erhöht die Güte der entstehenden Lösung durch die Sicherstellung der Kundenorientierung [13]. Für das Festhalten der definierten Funktionen ist es hilfreich, auf methodische Werkzeuge wie ein Product Backlog (Sammlung von Anforderungen an das Produkt) zurückzugreifen, um darauf aufbauend alle denkbaren Varianten einer Lösung und deren Unterschiede festzuhalten. Mithilfe der konkreten Kundenanforderungen können die vielversprechendsten Funktionen später in eine Roadmap aufgenommen werden, welche die zu entwickelnden Funktionen priorisiert.

Die im Product Backlog enthaltenen Funktionen sind nach dem Eingabe-Funktion-Ausgabe-Prinzip zu untergliedern, wobei zunächst die Funktion als solche definiert und die zur Durchführung notwendigen Eingangs- und Ausgangsdaten zugeordnet werden. Es empfiehlt sich hierbei auf die Methode des morphologischen Kastens zurückzugreifen: Unterschiedliche Eingangs- und Ausgangsdaten, wie etwa Anlagendaten, Betriebs- und Hilfsstoffe, bilden jeweils ein Merkmal. Jedes dieser Merkmale wiederum kann in verschiedenen Beschaffenheiten vorliegen oder gestaltet werden: So kann ein DZ des Textils beispielsweise unterschiedlich konkrete chemische oder Gewebe-Eigenschaften beschreiben oder eine Kostenberechnung kann unterschiedlich genau und umfangreich beschrieben werden. Jede für den Smart Service in Betracht kommende Variante stellt eine Ausprägungsstufe dar (**Bild 2**).

Ausprägungsstufen für die automatisierte Optimierung einer Anlagenmaschine können beispielsweise sein: Zeitoptimiert; zeit- und qualitätsoptimiert; zeit-, qualitäts- und energieoptimiert. Ausgehend von der Funktionsbeschreibung können der Entwicklungsstand des DZ abgeschätzt und weitere Entwicklungsarbeiten und geplante Funktionserweiterungen bestimmt werden.

Die Zielgruppenanalyse (2b) besteht sowohl aus der Bestimmung der Zielgruppen, das heißt wer die potenziellen Nutzer der angestrebten Services sind, als auch aus der Charakterisierung dieser Zielgruppen anhand derer konkreten Bedürfnissen, die im

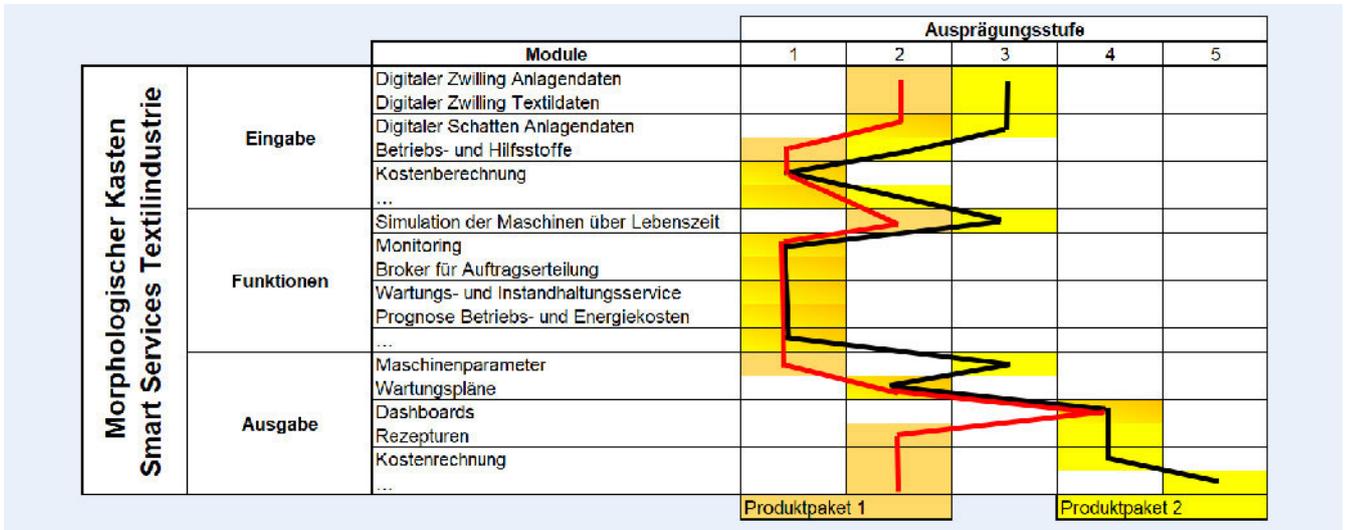


Bild 2. Beispielhafte Darstellung von Produktpaketen mithilfe eines morphologischen Kastens. Grafik: Eigene Darstellung

Tabelle. Systematisierung von servicezentrierten Preissystemen [10].

Preissystem	Art der Bezugsgröße	Wertangebot
Solution Selling (Bsp.: Preisbündelung, Quersubventionierung)	Integrierte Leistungen (Bsp.: Bündel, Systeme)	Leistungsintegration
Verfügbarkeitsabhängig (Bsp.: Pay-for-availability, fixed-fee Pricing)	Performance Level Verfügbarkeit (Bsp.: Einhaltung max. Output/h, Einhaltung von Toleranzen)	+ Investitionsrisiko + Verfügbarkeitsrisiko + Qualitätsrisiko + Kapitalkostensenkung
Nutzungsabhängig (Bsp.: pay-per-use, pay-per-hour)	Nutzungsintensität (Bsp.: Nutzungshäufigkeit, Nutzungszeit)	+ Marktrisiko + Kapazitätsrisiko + Prozessrisiko
Ergebnisabhängig (Bsp.: pay-per-unit, pay-on-production)	Outcome (Bsp.: Anzahl produzierter Einheiten, Anzahl nutzbarer Einheiten)	+ Effizienz/Effektivität + Revamping
Erfolgsabhängig (Bsp.: Kostenersparnis, Gewinnbeteiligung)	Ökonomische Größen (Bsp.: Kosten, Gewinn)	+ Wertrisiko

Folgenden für die Funktionszuordnung wesentlich sind. So werden Textilanlagenhersteller andere Anforderungen besitzen als Auftragsfertiger für Veredelungsprozesse.

Die bisherige Entwicklungsarbeit zeigt auf, dass strategische Kunden und Lead User bei der Gestaltung von Smart Services frühzeitig in den Entwicklungsprozess integriert werden sollten, da sie letztlich die Anforderungen an solche Lösungen definieren. Insbesondere jene Kunden mit hohem Digitalisierungsgrad und ausreichenden Daten für potenzielle Services sind vorteilhaft. Die Zielgruppen werden klassifiziert (zum Beispiel Abstufung in Hauptzielgruppe, Zielgruppe, potenzielle Zielgruppe), um die folgende Produktpaketgestaltung zu vereinfachen und Maßnahmen der Markteinführung zu priorisieren. Für die Kundensegmentierungen sind neue Dimensionen, wie der digitale Reifegrad des Kunden, dessen spezifische Infrastruktur und dessen Bereitschaft Daten bereitzustellen, zu berücksichtigen. Eine klare Einteilung unterstützt bei der Einschätzung, welche Daten die Kunden freigeben werden und in welcher Form diese vorliegen. Diese Daten ermöglichen oder beschränken die Umsetzung von Smart Services, was im weiteren Verlauf zu beachten ist.

Im dritten Schritt erfolgt die Zuordnung von Funktionen zu den Zielgruppen und die Bildung von Produktpaketen (3). Das

heißt, den definierten Zielgruppen sind die beschriebenen Module zuzuordnen, um verschiedene Ausprägungen der Dienstleistung zu gestalten. Dieser Schritt bietet großen Gestaltungsspielraum und ist mit der Strategie des Unternehmens beziehungsweise der Geschäftsfelder abzustimmen. Mit dem bereits erstellten morphologischen Kasten können nun visuell die verschiedenen Smart Services abgeleitet und eigene Produktpakete gebildet werden: Sie treten als Varianten hervor und verdeutlichen so funktionelle Unterschiede für höherwertige Produktpakete. Bild 2 zeigt das Vorgehen und das Ergebnis der Phase schematisch auf.

Ausgehend von den nun vorliegenden Produktpaketen kann die Bestimmung der Erlösmodelle (4) vorgenommen werden. Zum Erlösmodell zählen insbesondere das Preissystem, die Preisfestlegung sowie die Festlegung und Gewichtung der Erlösquellen und Erlösströme [14]. Die Ergebnisse der Zielgruppenanalyse (2b) sind für diesen Schritt wesentlich, um abzuschätzen, welche Erlösmodelle unter welchen Bedingungen akzeptiert werden. Servicezentrierte Preissysteme können sowohl als Systemlösung als auch verfügbarkeits-, nutzungs-, ergebnis- und erfolgsabhängig gestaltet werden, wobei in genannter Reihenfolge ein zunehmendes Risiko aus Anbietersicht entsteht, wie die **Tabelle** zeigt

[15]. Dieses Risiko sollte bei der Preissystem- sowie Preisfestlegung aus Unternehmenssicht berücksichtigt werden.

Neben dem steigenden Risiko ist auch der Zugang zu den Kundendaten erforderlich, um bestimmte Preissysteme zu ermöglichen: Nutzungs-, ergebnis- und erfolgsabhängige Preissysteme können nur gewählt werden, wenn die notwendigen DS als Bezugsgrößen verlässlich vorliegen. Dazu ist meist eine tiefgreifende Integration der Services in die Kundenprozesse notwendig, da die Kunden die notwendigen Daten freigeben müssen. So kann etwa ein Anlagenhersteller für Textilmaschinen nur ein ergebnisabhängiges Preissystem wählen, wenn er auch zuverlässigen Zugang zu den Qualitätssicherungsdaten für das, auf der Maschine gefertigte Produkt besitzt.

Für die Bestimmung des Preissystems sollten jeder Funktion sowie deren Datenein- und -ausgabemöglichkeiten potenzielle Preissysteme zugeordnet werden. Mithilfe der Übersicht aller Funktionsbestandteile eines Produktpaketes und deren möglicher Preissysteme ist eine Festlegung für ein Geschäftsmodell leichter zu treffen. Ist dieses für jedes Produktpaket bestimmt, so sind die Preise für jedes Paket an sich festzulegen. Hierbei unterstützen sowohl die Kostenzuordnung (aus Kunden- sowie interner Unternehmenssicht) für jede Funktion, die Abschätzung des Mehrwertes durch den Service als auch die Abgrenzung der Pakete zueinander. Im Idealfall sollte jede Ausprägungsstufe eines Merkmals zu Planungszwecken einen eigenen Preis erhalten, der beispielsweise für die Festlegung von Abonnement-Preisen und -Bündelungen dient.

Sind die Smart Services bestimmt und das Erlösmodell definiert, gilt es eine Markteinführungsstrategie (5) für die Smart Services festzulegen, die sich an den klassischen Strategien zur Produkteinführung orientiert, aber auch neue Methoden nutzen kann. Dazu zählen sowohl das Gewähren von Rabatten oder die zeitlich begrenzte Nutzung höherwertiger Produktpakete als auch die Nutzung von Playbooks (kundengruppenorientierte Handlungsleitfäden), Nutzenkalkulatoren (Werkzeuge zur Berechnung des jeweiligen Kundennutzens), Show Cases, Data Story Telling (Visualisierung des Kundennutzens) oder Kundenbenchmarks (Aufzeigen von Nutzenpotenzial anhand von Performancedaten) zur Unterstützung des Vertriebs. Diese Unterstützung ist wesentlich, da sich der Vertrieb digitaler Dienstleistungen von dem herkömmlicher Produkte unterscheidet: Neben der technischen Kompetenz der Vertriebsmitarbeiter muss bei diesen zusätzlich eine IT- und Datenkompetenz aufgebaut werden, um glaubwürdig und erfolgreich eigene Services vertreiben zu können. Alle Maßnahmen werden abschließend in einem Markteinführungsplan festgehalten.

4 Fazit und Ausblick

Im Projekt SmarMoTEX wurde nachgewiesen, dass die beschriebene Vorgehensweise eine Konzeptionierung von marktfähigen Smart Services in der Textilindustrie ermöglicht, bei der im Besonderen auf eine kundenbedarfsgerechte Entwicklung Wert gelegt wird. Dies ist für KMU mit begrenzten Ressourcen und Kapital wesentlich. Während des Prozesses entstehen anwendungsbereite Funktionsbeschreibungen, Kundenanforderungs- und Zielgruppenanalysen, Produktpaketvarianten und umsetzbare Erlösmodelle sowie ein Markteinführungsplan.

Diese grundlegende Vorgehensweise erlaubt so die Konzeptionierung und Gestaltung von daten- und dienstleistungsbasierten

Geschäftsmodellen auf Basis digitaler Zwillinge und digitaler Schatten in der Textilindustrie. Dabei wurde der Schwerpunkt auf die Bestimmung von Servicefunktionen, Produktpaketen und Erlösmodellen anhand von Zielgruppenanforderungen gelegt. Es ist zu erwarten, dass die generische Vorgehensweise auch in anderen Branchen eingesetzt werden kann, was jedoch noch nicht erprobt werden konnte.

Für eine breite Durchdringung der Textilindustrie mit digitalen Geschäftsmodellen sind weitere Schritte zu gehen: Vor allem das Fehlen von Services, welche die gesamte Wertschöpfung betreffen, als auch die schwierige Wertermittlung von Services hemmen aktuell die breite Umsetzung.

DANKSAGUNG

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Verbundvorhabens „SmarMoTEX“, das mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ gefördert (Förderkennzeichen 03ZZ0672A) und vom Projektträger Jülich (PtJ) betreut wird.

Literatur

- [1] Müller, E.; Riedel, R.; Bojko, M. et al.: Entwicklung der Smart Factory für die Textilbranche – Wie die Digitalisierung die Textilproduktion verändert. *Industrie 4.0 Management* 33 (2017) 3, S. 73–77
- [2] Müller, E. (Hrsg.): futureTEX Basisvorhaben Smart Factory – Entwicklung von Prozessen und Strukturen für den Aufbau von Smart Factories in der Textilindustrie und Ableitung von typischen Industrie 4.0 Anwendungen: Schlussbericht. *Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme* 126. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz, Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, 2017
- [3] Talkhestani, B. A.; Jazdi, N.; Schlögl, W. et al.: A concept in synchronization of virtual production system with real factory based on anchor-point method. *Procedia CIRP* Volume 67 (2018), pp. 13–17. doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.168
- [4] Klostermeier, R.; Haag, S.; Benlian, A.: Digitale Zwillinge – Eine explorative Fallstudie zur Untersuchung von Geschäftsmodellen. In: Meinhardt, S.; Pflaum, A. (Hrsg.): *Digitale Geschäftsmodelle – Band 1: Geschäftsmodell-Innovationen, digitale Transformation, digitale Plattformen, Internet der Dinge und Industrie 4.0*. Edition HMD. Wiesbaden: Springer Fachmedie 2019. S. 264. doi.org/10.1007/978-3-658-26314-0
- [5] Schuh, G.; Blum, M.; Reschke, J. et al.: Der Digitale Schatten in der Auftragsabwicklung. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* Band 111 (2016) 1–2, S. 48–51. doi.org/10.3139/104.111458
- [6] Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik WGP e.v. (Hrsg.): *WGP-Standpunkt Industrie 4.0*. Darmstadt: TU Darmstadt 2016, S. 23
- [7] Koch, S.; Werani, T.; Schauburger, A. et al.: Planung von Digitalisierungsmaßnahmen auf Basis von Geschäftsmodellkonfigurationen für Business-to-Business-Märkte. In: Meinhardt, S.; Pflaum, A. (Hrsg.): *Digitale Geschäftsmodelle – Band 1: Geschäftsmodell-Innovationen, digitale Transformation, digitale Plattformen, Internet der Dinge und Industrie 4.0*. Edition HMD. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2019, S. 69. doi.org/10.1007/978-3-658-26314-0 x
- [8] Schallmo, D. R. A.: *Geschäftsmodelle erfolgreich entwickeln und implementieren: Mit Aufgaben und Kontrollfragen*. Lehrbuch. Heidelberg: Springer Gabler Verlag 2013, S. 16

- [9] DIN SPEC 33453:2019–09: Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme. Beuth Verlag GmbH 2019, S.8. doi.org/10.31030/3085072
- [10] Wirtz, B.; Daiser, P.: Business Model Innovation Processes: A Systematic Literature Review, *Journal of Business Models* 6 (2018) 1, pp. 40–58
- [11] Amit, R.; Zott, C.: Creating Value Through Business Model Innovation. *MIT Sloan Management Review* 53 (2012) 3, pp. 40–50
- [12] Frankenberger, K., Weiblen, T., Csik, M. et al.: The 4I-framework of business model innovation: A structured view on process phases and challenges. *International Journal of Product Development* 18 (2013) 3–4, pp. 249–273
- [13] Reichwald, R.; Piller, F.: *Interaktive Wertschöpfung – Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung*. 2. Auflage. Wiesbaden: GablerVerlag 2009. S. 85 ff.
- [14] Knyphausen-Aufseß, D.; van Hettinga, E.; Harren, H. et al.: Das Erlösmodell als Teilkomponente des Geschäftsmodells. In: Bieger, T.; Knyphausen-Aufseß, D.; Krys, C. (Hrsg.): *Innovative Geschäftsmodelle*. Heidelberg: Springer-Verlag 2011, S. 165. DOI 10.1007/978-3-642-18068-2
- [15] Stoppel, E.: *Nutzungsabhängige Preissysteme auf industriellen Märkten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien 2016, S. 58. doi.org/10.1007/978-3-658-14226-1



Riccardo Prielipp, M. Sc.

Foto: Autor

Michael Bojko, M. Sc.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. **Nadine Göhlert**

Dr. Luigi Pelliccia

Technische Universität Chemnitz
 Professur Fabrikplanung und Intralogistik
 Erfenschlager Str. 73, 09125 Chemnitz
 Tel. +49 371 / 531-23220
 fpl@tu-chemnitz.de
 www.tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan