

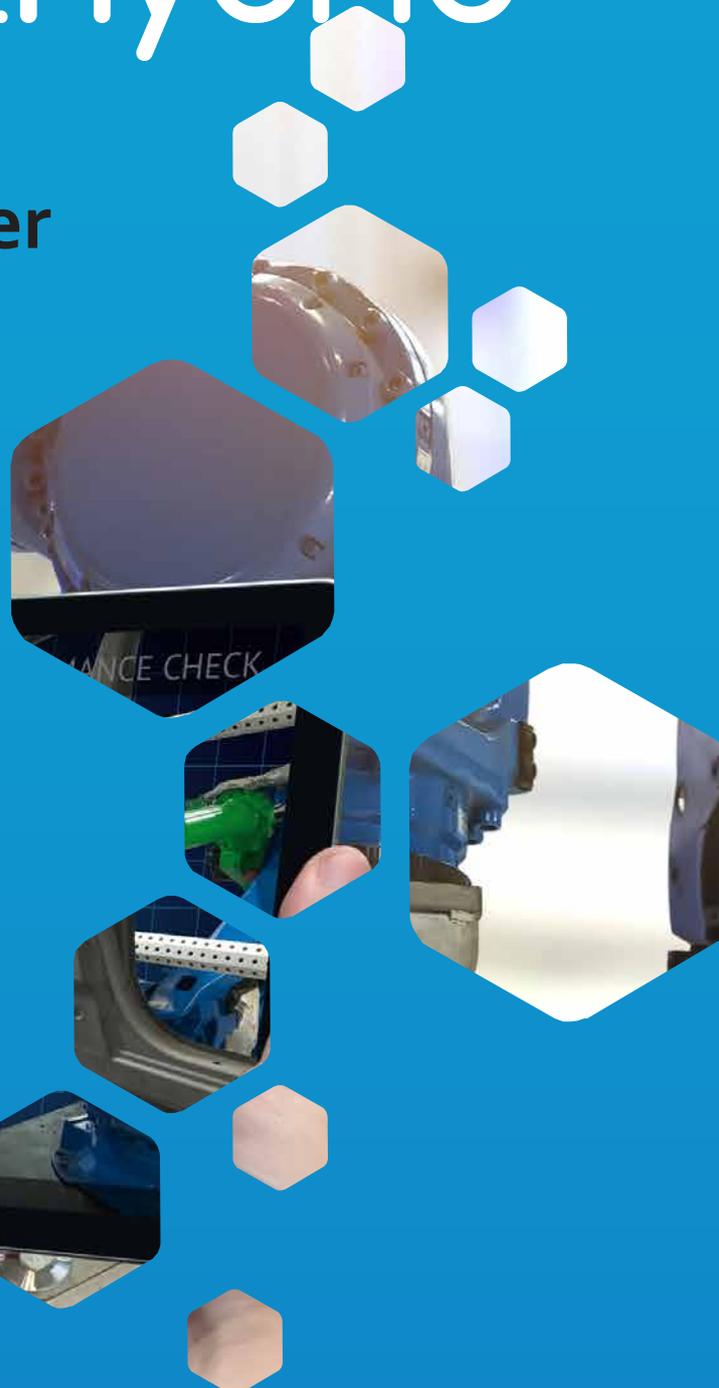


SmartHybrid

Oliver Thomas (Hrsg.)

Entwicklung hybrider Lösungsangebote

Arbeitsbericht Nr.2 des niedersächsischen
Innovationsverbunds SmartHybrid
Oktober 2019



Living Lab Business Process Management Research Report

Herausgegeben von

Prof. Dr. Oliver Thomas
Universität Osnabrück
Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik
Parkstraße 40, 49080 Osnabrück
Telefon: 0541 / 969-4810, Fax: -4840
E-Mail: oliver.thomas@uni-osnabrueck.de
Internet: <https://www.imwi.uos.de/>

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISSN 2193-777X

Beispielhafter Zitationshinweis:

Thomas, O.; Hagen, S.; Kammler, F. (2019): Dienstleistungen für das Unternehmen von Morgen, In: Thomas, O. (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr.1 des niedersächsischen Innovationsverbands SmartHybrid - Hybride Leistungsbündel für die Industrie 4.0, Osnabrück, Living Lab BPM e.V., S. 5-8.

Redaktion: Friedemann Kammler, Simon Hagen

Bilder: Adobe Stock, zapp2photo (Deckblatt), Rawpixel.com (S.7/37), alphaspirt (S.11), Pixel-Shot (S.15), Farknot Architect (S.19), turbomotion046 (S.23), Gorodenkoff (S.29), Sergey Nivens (S.33), Rawpixel.com (S.37), sodawhiskey (S.41)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Living Lab Business Process Management e. V. unzulässig. Das gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Copyright © 2019 Living Lab Business Process Management e. V.

Living Lab Business Process Management e. V.
Universität Osnabrück
Katharinenstraße 3
49074 Osnabrück
www.living-lab-bpm.de

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die Integration von Informationstechnologie in „traditionelle“ Produkte und Dienstleistungen lässt uns gegenwärtig das Aufblühen hybrider Wertschöpfungsmechanismen im wirtschaftlichen Umfeld beobachten. So finden digitale Komponenten und Schnittstellen ihren Weg in viele vormals analoge Produkte und schaffen eine Grundlage, um beispielsweise Betriebsdaten oder Konfigurationsmöglichkeiten als zusätzlichen „added service“ über das Internet oder ein persönliches Endgerät zur Verfügung zu stellen. Mit derartigen Angeboten beweisen erfindungsreiche Unternehmen bereits heute die Integrierbarkeit unterschiedlicher Konstruktionstätigkeiten und erzielen hierdurch ein hohes Maß an Kundenzentriertheit und Flexibilität.

Um solche Leistungen zukünftig auch in der Breite vorantreiben zu können, steigt der Bedarf an integrierten Werkzeugen, die es insbesondere Kleinen und Mittelständischen Unternehmen (KMU) ermöglichen, derart komplexe Konstruktionsaufgaben ebenfalls erfolgreich zu bewältigen. Der niedersächsische Innovationsverbund SmartHybrid macht sich dies zur Aufgabe und zielt auf die Entwicklung innovativer hybrider Leistungsbündel in Kooperation mit KMU. In der ersten Ausgabe unserer Arbeitsberichte charakterisierten wir die beteiligten Einzeldisziplinen und deren Entwicklungsperspektiven. Dieses Heft stellt Werkzeuge vor, die aus der interdisziplinären Zusammenarbeit hervorgehen und die im Einzelnen anfallenden Konstruktionstätigkeiten integrieren und den niedersächsischen Mittelstand auf dem Weg zum globalen Lösungsanbieter unterstützen sollen.



Prof. Dr. Oliver Thomas,
Dr. Friedemann Kammler

Der Innovationsverbund



Im Innovationsverbund SmartHybrid erforschen sechs niedersächsische Forschungseinrichtungen aus unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen neue digitale Dienstleistungen und innovative Geschäftsmodelle für die Zukunft niedersächsischer Unternehmen. Zentrale Bedeutung für die Forschung haben digitale Technologien wie das Internet of Things, cyber-physische Systeme, Virtual & Augmented Reality oder 3D-Druck, durch deren Integration in ihre Geschäftsprozesse sich neue digitale Services für viele Produktarten entwickeln lassen. Der Innovationsverbund fokussiert mit dieser Leistungsbündelung im Sinne der „Hybriden Wertschöpfung“ (im Englischen auch Product-Service Systems) ein Thema, das mehr und mehr im Umfeld der Digitalisierung diskutiert wird und von vielen Experten in seiner wirtschaftlichen Bedeutung für den Mittelstand noch über der "Industrie 4.0" angesiedelt wird.

Gemeinsam mit Netzwerk- und Praxispartnern aus der regionalen Wirtschaft gestaltet der Innovationsverbund SmartHybrid die Digitale Transformation im Land Niedersachsen. Möchten auch Sie die Vorteile der Digitalisierung für Ihr Unternehmen nutzen und auf Basis aktuellster Trends und wissenschaftlicher Erkenntnisse innovative und digitale Geschäftsmodelle entwickeln? Kontaktieren Sie uns gerne.

Service Engineering

Projektleitung
Prof. Dr. Oliver Thomas



Das Fachgebiet für Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik (IMWI) der Universität Osnabrück ist, neben der Konsortialführerschaft des Gesamtprojekts, für die Durchführung des Teilprojektes „Service Engineering“ verantwortlich. Wesentliche Meilensteine sind die Konzeption eines webbasierten und benutzerfreundlichen Werkzeugs (Toolset) zur methodischen Unterstützung der strukturierten Dienstleistungsentwicklung und die Gestaltung und Anwendung adaptierbarer produktbegleitender Dienstleistungen.

Production Engineering

Projektleitung
Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann



Das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der TU Braunschweig übernimmt die Führung des Teilprojekts „Production Engineering“. Über Bedarfs- und Potenzialmodelle für hybride Produkte werden ausgewählte Methoden und Tools zu einem ersten Werkzeugkasten für die Planung von Efficiency Services als Produkt-Service Systeme in einer nachhaltigen Produktion ausgewählt.

Process Engineering

Projektleitung
Prof. Dr. Ralf Knackstedt



Die Abteilung Informationssysteme und Unternehmensmodellierung (ISUM) der Stiftung Universität Hildesheim befasst sich mit der Durchführung des Teilprojektes „Process Engineering“. Eine erfolgreiche Umsetzung innovativer, hybrider Geschäftsmodelle setzt voraus, dass die betrieblichen Abläufe konsistent auf bspw. das Produktdesign, das Dienstleistungsangebot und die verwendete Informationstechnologie abgestimmt sind.

Product Engineering

Projektleitung
Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer



Das Institut für Produktentwicklung und Gerätebau (IPeG) der Leibniz Universität Hannover ist für die Durchführung des Teilprojektes „Product Engineering“ verantwortlich. Ziel dieses Teilprojektes ist die Entwicklung eines PSS-Konfigurationsmodells und einer rechnergestützten Entwicklungsumgebung für die Unterstützung des PSS-Entwicklungsprozesses (inklusive Produkt- und Dienstleistungsmodellierung). Durch das Aufstellen eines Integrations- und Transfermodells werden die erzielten Ergebnisse in den Innovationsverbund überführt.

Electrical Engineering

Projektleitung
Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Pfisterer



Im Teilprojekt „Electrical Engineering“ erforscht der Laborbereich Elektrische Energietechnik der Hochschule Osnabrück Methoden und Werkzeuge für die systematische Entwicklung von Energiesystemen und Dienstleistungen, die flexibel auf unterschiedliche Kundenbedürfnisse abgestimmt werden können. Die Lösungen, die dem Kunden angeboten werden, sollen konfigurierbar sein, sodass sie den unterschiedlichen Anforderungsprofilen stets gerecht werden.

Software Engineering

Projektleitung
Prof. Dr. Andreas Rausch



Die TU Clausthal ist durch den Lehrstuhl „Software Systems Engineering (SSE)“ von Prof. Dr. Andreas Rausch als Projektpartner vor allem für Aspekte des Software Engineering im Innovationsverbund zuständig.

Inhaltsverzeichnis



Auf dem Weg zu integrierten Werkzeugen für die Gestaltung von Produkt-Service Systemen

Dr. Thorsten Schoormann, Dr. Friedemann Kammler

Das Anbieten von hybriden Leistungsbündeln setzt neben der Integration von Sach- und Dienstleistungen vor allem auch die Integration von Werkzeugen aus verschiedenen Disziplinen voraus. Der vorliegende Beitrag motiviert den Bedarf an fachübergreifenden Entwicklungsansätzen für Produkt-Service Systeme und führt damit in die Zielsetzung der Broschüre ein.

→ mehr auf Seite 8



Welche Faktoren beeinflussen interdisziplinäre Kooperationen?

Lucas Hüer, Simon Hagen, Dr. Thorsten Schoormann

Die Entwicklung neuer Produkt-Service Systeme wird auf Grund des hohen Levels an Komplexität oft von interdisziplinären Arbeitsgruppen gestaltet. Um die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen technischen und wirtschaftlichen Fachbereichen zu erleichtern, sind Handlungsempfehlungen aus einem interdisziplinären Entwicklungsprojekt abgeleitet worden.

→ mehr auf Seite 12



LE³ - Digitale Helferlein für die Entwicklung hybrider Lösungsangebote

Steffen Küpper, Daniel Kloock-Schreiber, Johannes Wölper

Für die Entwicklung hybrider Leistungen existiert kein einheitliches Vorgehen. Generische oder auf Anwendungsfälle zugeschnittene Modelle und die Eigenheiten immaterieller und materieller Güter stellen die Entwicklung vor Herausforderungen und können einen großen Einfluss auf die Vorgehen haben. Dieser Beitrag präsentiert zur Lösung eine digitale Projekt-App.

→ mehr auf Seite 16



Mit etablierten Vorgehen zum individuellen Erfolg: Entwicklungskomplexität adaptiv beherrschen

Simon Hagen, Prof. Dr. Oliver Thomas

Die systematische Zusammenarbeit bei der Entwicklung hybrider Leistungsbündel stellt eine komplexe Aufgabe dar, die viel Abstimmung bedarf und unterschiedlichste Aspekte berücksichtigen muss. Software-gestützte Vorgehensweisen ermöglichen ein Rahmenwerk, in dem Methoden den eigenen Bedürfnissen entsprechend geordnet und angewendet werden können.

→ mehr auf Seite 20



Vom konventionellen Hersteller zum datengetriebenen Wertschöpfer

Dr. Friedemann Kammler, Simon Hagen, Dr. Paul Gembarski, Christopher Rogall, Dr. Mark Mennenga

Integrierte Informationssysteme erweitern das Funktionsspektrum von Produkten und Dienstleistungen und motivieren neue Wertschöpfungsmechanismen. Der vorliegende Beitrag skizziert die datenbasierte Verknüpfung in hybriden Wertschöpfungssystemen und formuliert Handlungsempfehlungen für eine erfolgreiche Umsetzung.

→ mehr auf Seite 24



Informationsmanagement als Kernkonzept zur strukturierten Entwicklung von Produkt-Service Systemen

Johannes Wölper, Daniel Kloock-Schreiber

Ein wichtiges Merkmal für die erfolgreiche Entwicklung von Produkt-Service Systemen ist die gemeinschaftliche Erfüllung der Anforderung durch Produkt und Service und deren gleichberechtigte Betrachtung in der Entwicklung. Um dies zu erfüllen, bedarf es eines integrierten Entwicklungsprozesses, der in diesem Beitrag prototypisch vorgestellt wird.

→ mehr auf Seite 28

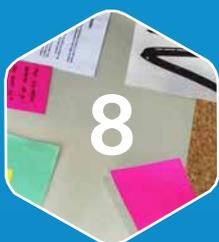


Software-gestützte Entwicklung und Umsetzung von hybriden Geschäftsmodellen

Dr. Thorsten Schoormann, Simon Hagen, Lucas Hüer

Innovationspotenziale, die in der Abstimmung von Geschäftsideen und betrieblichen Abläufen stecken, werden häufig nicht genutzt. Der vorliegende Beitrag stellt daher eine Plattform vor, die Werkzeuge für die Visualisierung und Analyse von Geschäfts- und Prozessmodellen integriert, um das Gestalten neuartiger hybrider Leistungsbündel zu unterstützen.

→ mehr auf Seite 32



Kreativität Dokumentieren: Ideen für die Innovation von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen

Dr. Thorsten Schoormann

Das Dokumentieren von Fortschritten sowie Design-Entscheidungen leistet einen wesentlichen Beitrag zur verbesserten Reflektion in kreativen Projekten bei. Trotz der Vorteile erfolgt dies häufig allerdings nicht. Der vorliegende Beitrag stellt daher eine softwarebasierte Plattform vor, die kreative und kollaborative Projekte unterstützt.

→ mehr auf Seite 36



Potenziale und Herausforderungen bei der ökologischen Nachhaltigkeit von Lösungsangeboten

Malte Schäfer, Dr. Mark Mennenga

Produkt-Service Systeme bieten großes ökologisches Potenzial durch Dematerialisierung und Nutzenoptimierung. Dieser Artikel zeigt auf, welche Faktoren die Umweltwirkungen von PSS beeinflussen. Außerdem wird ein grundsätzliches Vorgehen für die Erstellung einer Ökobilanz für ein PSS erarbeitet, welches eine Bewertung dieser Umweltwirkungen ermöglicht.

→ mehr auf Seite 40



Craftsman tools

- ↳ Saw
- ↳ Hammer
- ↳ Cable cutter
- ↳ Hand saw
- ↳ Sagonal pliers
- ↳ Lineman pliers
- ↳ Long nose pliers
- ↳ Measuring tape
- ↳ Hand saw
- ↳ Hack saw
- ↳ Pop wrench
- ↳ Curvature snipe
- ↳ Blade cutter
- ↳ Marquo shovel
- ↳ Sharp shovel
- ↳ Adjustable wrench

1

Auf dem Weg zu integrierten Werkzeugen für die Gestaltung von Produkt-Service Systemen

Die zunehmende Fokussierung auf individuelle Kundenbedarfe und -probleme in der Leistungserbringung löst die Grenzen zwischen Sach- und Dienstleistungen immer weiter auf. Dies hat zur Folge, dass auch die Ausgestaltung der tatsächlichen Komponenten (z.B. Produkte oder Dienstleistungen) eine untergeordnete Rolle einnehmen, wodurch Substituierbarkeit erzielt wird und neue Möglichkeiten zur Leistungserbringung geschaffen werden. Kundenorientierte Angebote setzen daher auf der systemischen Bündelung von Produkt- und Dienstleistungskomponenten im Sinne der „hybriden Wertschöpfung“ (Produkt-Service System, PSS) auf und stellen einen zentralen Hebel für die nachhaltige Erreichung von Wettbewerbsvorteilen dar.

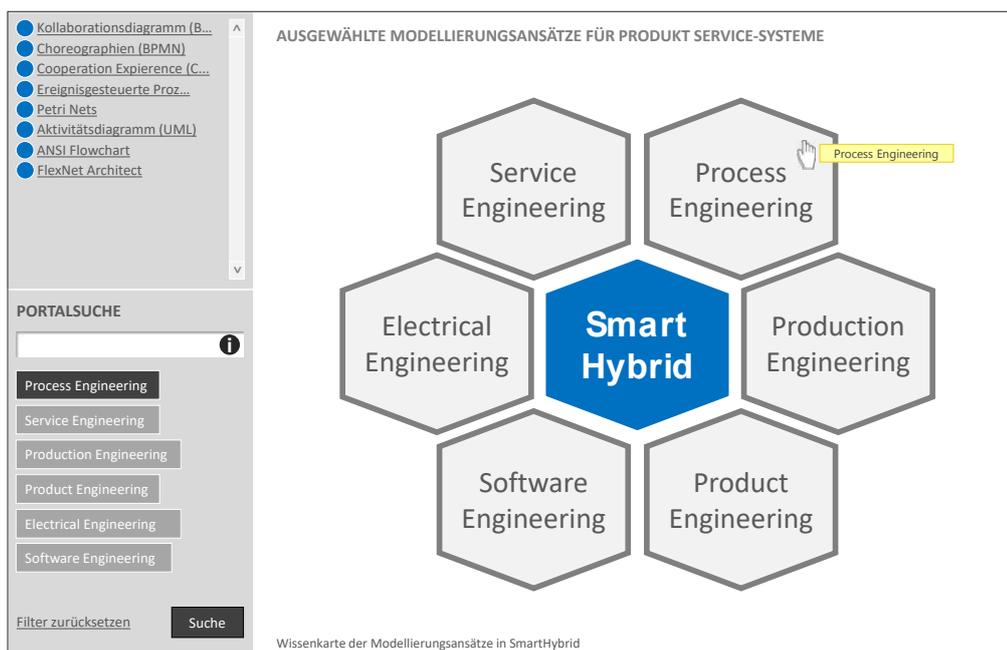
Obwohl die Idee der Leistungsbündelung keine Innovation der letzten Jahre darstellt, gewinnt sie vor dem Hintergrund der fortschreitenden Digitalisierung über viele Branchen hinweg an Fahrt. Die Gestaltung von hybriden Leistungsbündeln erschließt so völlig neue Wege, deren Beschreiten wiederum wichtige Freiheitsgrade für die Entwicklung und Umsetzung originär digitaler Geschäftsmodelle bieten.

Den vielversprechenden Potenzialen und Möglichkeiten der hybriden Gestaltung stehen jedoch auch Herausforderungen entgegen. Zu erwarten ist etwa eine Steigerung der Gestaltungskomplexität, die insbesondere auf den abzubildenden Lösungsraum und den Anspruch von kundenindividuell konfigurierbaren Leistungsangeboten zurückzuführen ist. Die Bewältigung stellt vor allem kapazitativ begrenzte Entwicklungen aus dem Umfeld kleiner und mittelständischer Unternehmen (KMU) vor eine Kraftprobe, die die steigende Nachfrage nach passenden Werkzeugen motiviert.

Zur Bewältigung dieser, teils neuen Herausforderungen, kann aus einer methodischen Sicht (z.B. Vorgehensmodelle) bereits auf eine Vielfalt von meist fachspezifischen Ansätzen zurückgegriffen werden. Basierend auf der Idee der Produktlebenszyklusbeurteilung berücksichtigt bspw. die Produktentwicklung ingenieurwissenschaftliche Ansätze, wie die „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“ (VDI 2221) oder die „Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme“ (VDI 2206). In der Dienstleistungsentwicklung wird, häufig aufbauend auf adaptierten Methoden aus dem industriellen



Dr. Thorsten Schoormann,
Dr. Friedemann Kammler



- Das Abstimmen von Methoden und Werkzeugen ist eine Voraussetzung für die integrierte Produkt-Service-System-Entwicklung
- Eine Integration von etablierten Ansätzen in einen Werkzeugkasten ermöglicht es, auf Wissen aus den jeweiligen Disziplinen aufzubauen

Abb.1: Karte der Modellierungsansätze beteiligter SmartHybrid-Disziplinen

Sektor, auch auf systematische Vorgehen zurückgegriffen, die unter den Schlagwörtern „New Service Development“ oder „Service Engineering“ geführt werden. Des Weiteren kann auf ein breites Spektrum von meist semi-formalen Modellierungsmethoden zurückgegriffen werden, die etwa das Abbilden und Analysieren von betrieblichen Prozessen (z.B. EPK, BPMN, CPN), unternehmensübergreifenden Interaktionen (z.B. Cooperation Experience, FlexNet Architect), Software (z.B. UML, ERM), Systemen und Produkten (z.B. SysML), Dienstleistungen (z.B. Service Blueprint, Customer Journey Maps) oder Elektrotechnik (z.B. Schaltplan, Stromablaufplan) unterstützen (vgl. Abbildung 1). Aus Sicht von (softwarebasierten) Werkzeugen stehen ebenfalls zahlreiche disziplinspezifische Anwendungen zur Verfügung wie etwa das rechnergestützte Konstruieren für die Produktentwicklung und -gestaltung (z.B. CAD), das Simulieren von Produktionsprozessen, Stoff- und Energieströmen (z.B. System Dynamics-Tools) oder das Medienbruch-arme Entwicklung von Software (z.B. integrierte Entwicklungsumgebung, IDE). Losgelöst von einem Fachgebiet, jedoch spezialisiert für bestimmte Aufgaben, werden zudem Modellierungswerkzeuge eingesetzt, die bspw. die kollaborative Erstellung, Verbesserung und Verwaltung von betrieblichen Prozessen oder gesamten Geschäftsmodellen forcieren.

Insgesamt sollen diese Methoden und Werkzeuge die Komplexität verschiedener Teilaufgaben beherrschbar machen und grundlegende Aufgaben zielgerichtet unterstützen. In Bezug auf Produkt-Service Systeme können damit jedoch nur isolierte Aspekte in der Ausgestaltung entsprechender Angebote erleichtert werden. Trotz des Konsenses in Bezug auf die wirtschaftliche Relevanz von hybriden Leistungsbündeln als auch der hohen Verbreitung und Akzeptanz einzelner Werkzeuge und Methoden, mangelt es derzeit an integrierten Entwicklungsansätzen für Produkt-Service Systeme. Dadurch werden Unternehmen nur wenig in der Ausgestaltung neuer hybrider Geschäftsmodelle unterstützt, bei der bspw. das Produktdesign, das Dienstleistungsangebot, die verwendete Informationstechnologie und die betrieblichen Prozesse konsistent aufeinander abgestimmt werden müssen.

Überblick über die Einzelbeiträge

Die folgende Ausgabe unserer Reihe von Arbeitsberichten widmet sich daher dem disziplinübergreifenden Werkzeugkasten und den hierzu erfolgten Schritten im Ver-

bundprojekt. Eine wesentliche Erkenntnis des Projekts liegt in der Tatsache, dass alle Einzeldisziplinen an der Gestaltung von Lösungsbündeln beteiligt sein können, allerdings nicht zwangsläufig müssen. Darüber hinaus stellen sich entlang des Entwicklungsprozesses Herausforderungen unterschiedlicher Gestalt, die es mit Hilfe verschiedener Werkzeuge zu bewältigen gilt. Der Arbeitsbericht illustriert die Kooperation der verschiedenen Teilgebiete zur Entwicklung integrierter Werkzeuge. Dabei ist, entsprechend der Gestalt von Lösungsbündeln, nicht jedes Werkzeug zur Entwicklung jeder Idee notwendig oder geeignet – gleichwohl tragen alle Beiträge dieser Broschüre zu einem besseren Verständnis des Lösungsraums bei, für Interessenten im Feld der Product-Service Systeme bietet.

Im nachfolgenden Beitrag adressieren *Lucas Hüer, Simon Hagen* und *Thorsten Schoor* die Frage, wie interdisziplinäre Kooperation überhaupt gelingen kann und welche Aspekte hierfür zu berücksichtigen sind. Dabei stellt das Wissen innerhalb der eigenen Disziplin, wie auch weiteren beteiligter Disziplinen und die Entwicklung einer gemeinsamen Verständnisebene zentrale Faktoren dar.

Steffen Küpper, Daniel Kloock-Schreiber und *Johannes Wölper* zeigen anhand eines IT-basierten Werkzeugs auf, wie der steigenden Komplexität in der Entwicklung hybrider Produkte begegnet werden kann. Die Autoren präsentieren hierfür ein Assistenzsystem, das die Entwicklungsschritte auf Projektebene gliedert und visualisiert und Entwickler auf diese Weise unterstützt.

Simon Hagen und *Oliver Thomas* widmen sich in seinem Beitrag dem Transfer von Vorgehensmodellen aus dem wissenschaftlichen Umfeld und zeigt anhand eines prototypischen Konfigurators, wie idealtypische Vorgehensmodelle an das individuelle praktische Umfeld angepasst werden können.

Der Frage, welche neuen Möglichkeiten durch IT in der Lösungsbündelung entstehen, geht ein weiteres interdisziplinäres Autorenteam nach. *Friedemann Kammler, Simon Hagen, Paul Gembarski, Christopher Rogall* und *Mark Mennenga* analysieren die Weiterentwicklung von Leistungen mittels der Integration von Informationstechnologie mit einem besonderen Fokus auf den Datenaustausch zwischen Produkt- und Dienstleistungskomponenten. Im Ergebnis zeigt der Artikel die Risiken und Nutzenpotenziale derartiger Transformationsschritte auf.

Durch die Kooperation der Teilprojekte Product und Production Engineering beantworten *Johannes Wölper* und *Daniel Kloock-Schreiber*, wie sich die Entwicklung von produktbezogenen Dienstleistungen zukünftig bereits im Konstruktionsprozess von Produkten berücksichtigen lässt. Auf Basis einer Informationsgraphen integrieren die Autoren zusätzliche Informationen in die CAD-Daten einer Produktkonstruktion, um die integrierte Dienstleistungsentwicklung zu ermöglichen.

Thorsten Schoormann, *Simon Hagen* und *Lucas Hüer* integrieren zwei Werkzeuge zur Modellierung betrieblicher Geschäftsprozesse und deren übergeordneter Geschäftsmodelle mittels einer Plattformlösung. Der vorgestellte Konfigurator ermöglicht es, zukünftig beide Perspektiven auf den Dienstleistungsanteil von hybriden Lösungsbündeln parallel voranzutreiben.

Wie die Ergebnisse der kreativen Entwicklungsarbeit festgehalten werden können, zeigt *Thorsten Schoormann* am Beispiel des Design-Thinking-Vorgehens. Hierbei steht die Dokumentation des gestaltungsbezogenen Entscheidungsprozesses im Mittelpunkt, wofür auf bestehende Vorgehensmodelle und Methoden zurückgegriffen wird.

Abschließend erörtern *Malte Schäfer* und *Mark Mennenga* die nachhaltige Ausrichtung und das langfristige Monitoring von hybriden Leistungsbündeln am Beispiel der Ökobilanz-Methodik. Der Artikel stellt die bestehenden Potenziale und Herausforderungen in den Mittelpunkt, deren Erschließung und Bewältigung zur verbesserten Kreislaufführung von Leistungskomponenten führt.

Die Broschüre in ihrer Gesamtheit zeigt dem Leser schlussendlich zwei wesentliche Ergebnisse des Innovationsverbunds auf: Einerseits demonstrieren nahezu alle Beiträge als solche bereits die interdisziplinäre Kooperation in der gemeinsamen Erarbeitung der Werkzeuge. Andererseits illustrieren die beschriebenen Werkzeuge ihren individuellen Zweck in der gesamtheitlichen Entwicklung hybrider Leistungsbündel.

Ganz im Bild eines Werkzeugkastens adressieren die einzelnen Ergebnisse auf diese Weise mögliche Aufgaben und Herausforderungen, mit denen Leser in der eigenen Entwicklung praktischer Anwendungen konfrontiert werden und erklären innovative Lösungsmöglichkeiten.



2



Welche Faktoren beeinflussen interdisziplinäre Kooperationen?

Die Entwicklung neuer Produkt-Service Systeme wird auf Grund des hohen Grads an Komplexität oft von interdisziplinären Arbeitsgruppen gestaltet. Um die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen technischen und wirtschaftlichen Fachbereichen zu erleichtern, wurde ein interdisziplinäres Projekt zur PSS-Entwicklung begleitet und analysiert. Es wurde herausgefunden, dass für eine erfolgreiche interdisziplinäre Arbeit unter anderem die Kompetenzen der einzelnen Teilnehmer sowie das Zusammenbringen dieser Kompetenzen essentiell ist.

Kollaboration als Erfolgsfaktor für PSS

Da das Entwickeln und Bereitstellen komplexer Produkt-Service Systeme die Integration mehrerer Kernkompetenzen benötigt, ist es für einzelne Unternehmen meist nicht möglich, diese eigenständig zu adressieren. Daher werden häufig Wertschöpfungsnetzwerke mit mehreren Unternehmenspartnern gebildet, die gemeinsam in enger Abstimmung mit dem Kunden selbst, neue Leistungen gestalten und erbringen. Die Kommunikation und Kollaboration über die eigenen Unternehmens- und Fachbereichsgrenzen hinweg ist damit ein zentraler Faktor für die erfolgreiche Umsetzung von hybrider Wertschöpfung. Der folgende Beitrag nimmt sich dieser Thematik an und berichtet basierend auf einer interdisziplinären Projektwoche über gesammelte Erfahrungen und Erkenntnisse hinsichtlich der Kollaboration im Umfeld von Produkt-Service Systemen.

Anwendungsfall zur Herleitung der Handlungsempfehlungen

Im Rahmen einer studentischen Projektwoche organisierten die SmartHybrid-Verbundpartner Electrical und Service Engineering ein interdisziplinäres Projekt mit dem Ziel, einen Elektrotransporter in eine autarke, mobile Ladesäule umzurüsten. Dieses Projekt dient in der Folge als Anwendungsbeispiel, aus dem Handlungsempfehlungen für die PSS-Entwicklung abgeleitet werden. Es nahmen Studenten aus den Disziplinen Elektrotechnik, Mechatronik, Maschinenbau, Wirtschaftsinformatik, Technische Informatik und Wirtschaftswissenschaften an dem Projekt teil. Eine solche interdisziplinäre Zusammenarbeit ist insbesondere aus der Sichtweise des Projektes SmartHybrid interessant, sodass untersucht wurde, inwiefern eine gute interdisziplinäre Zusammenarbeit als Grundstein für die Entwicklung von hybriden Leistungsbündeln gesehen werden kann/muss. In nur vier Arbeitstagen, wur-

den folgende Ergebnisse erzielt: Zu Beginn des Projektes wurde ein funktionierender Schaltschrank (inklusive Batteriespeicher, Ladesäule etc.) entwickelt und in den Laderaum des Transporters integriert. Im Anschluss wurden verstellbare Solarzellen an die Außenwände des Transporters montiert und an den Schaltschrank und die Ladesäule angeschlossen. Es wurden Schnittstellen identifiziert um relevante Daten (über Modbus, CAN-Bus etc.) im elektronischen System zu erfassen. Die Daten, wie zum Beispiel die generierte Energie durch die Solarzellen, wurden daraufhin aufbereitet, an einen Server übertragen und über ein Dashboard visualisiert. Zudem wurden Geschäftsmodelle entwickelt, um die zukünftige Nutzung des Systems profitabel zu gestalten. Das interdisziplinäre Projekt wurde von zwei wissenschaftlichen Fachkräften begleitet, die drei verschiedene Arten der Projektbeobachtung anwendeten um Informationen zu erlangen. Folgende Aktivitäten wurden dabei durchgeführt: Vor dem Projekt wurde ein Fragebogen ausgeteilt indem Informationen über die Erwartungen der Projektteilnehmer bezüglich der Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen gesammelt wurden. Der gleiche Fragebogen wurde nach dem Projekt noch einmal ausgeteilt, um die Unterschiede zwischen Erwartungshaltung und der rückblickenden Bewertung zu bekommen. Während des Projektes wurde die Arbeitsweise der Teilnehmer beobachtet. Hierbei wurde insbesondere auf die interdisziplinäre Kollaboration zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen geachtet. Eine dritte Art der Datengenerierung wurde durch unstrukturierte Interviews erreicht, die mit Vertretern aus jeder Disziplin gehalten wurden. Das Ziel der Projektbeobachtung war es, jene Faktoren zu bestimmen, die einen Einfluss auf den Verlauf eines interdisziplinären Projektes im Kontext der hybriden Wertschöpfung haben. Die Beobachtungen (insgesamt 328) beziehen sich sowohl auf die Antworten aus Fragebogen und Interviews wie auch auf die



Lucas Hüer,
Simon Hagen,
Dr. Thorsten Schoormann

- *Kollaboration über Unternehmens- und Fachbereichsgrenzen hinweg ist ein zentraler Faktor für die erfolgreiche Umsetzung von hybrider Wertschöpfung*
- *Wichtig für erfolgreiche Interdisziplinarität im Kontext der hybriden Wertschöpfung ist die Einbindung individueller Kompetenzen und deren Integration*
- *Als Kompetenzen werden Faktoren wie Wissen oder Praxiserfahrung der Beteiligten verstanden. Eine einheitliche Sprache, ein abgestimmter Zeitplan oder auch ein gemeinsames Kommunikationsumfeld sollten berücksichtigt werden*

Aktivitäten der Teilnehmer während des Projektes. Alle Beobachtungen wurden zuerst gesammelt, bevor diese von den Forschern separat zu Faktoren geordnet wurden. Nach einem ausführlichen Vergleich der Ergebnisse, wurden 14 Faktoren (siehe Abbildung 1) ausgewählt um die Beobachtungen zu generalisieren. Betrachtet man diese Faktoren, stechen zwei übergeordnete Komponenten hervor: Die (1) Kompetenzen der einzelnen Teilnehmer und die (2) Zusammenbringung dieser Kompetenzen um gemeinsame Ziele

zu erreichen. Die 14 Faktoren können diesen beiden Komponenten untergeordnet werden. So zählen zum Beispiel die praktische Erfahrung und die kreative Problemlösung der Teilnehmer zu deren (1) Kompetenzen. Die Möglichkeit (2) diese Kompetenzen zusammenzubringen, wird hingegen maßgeblich durch Faktoren wie z.B. Arbeitsatmosphäre, einheitlicher Sprache oder der Gruppenzusammensetzung bestimmt.

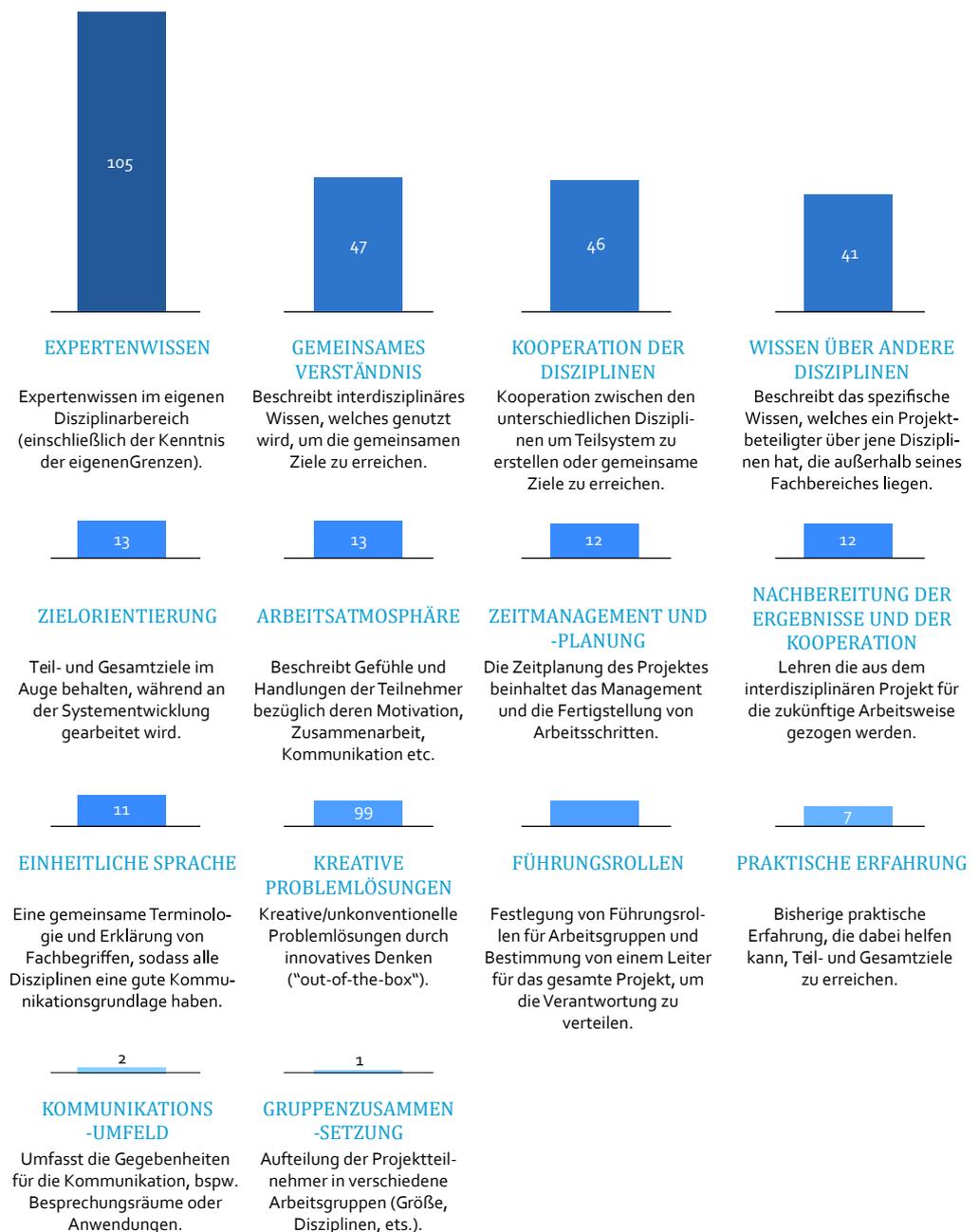


Abb.1: Beobachtete Faktoren mit Einfluss auf interdisziplinäre Kooperation

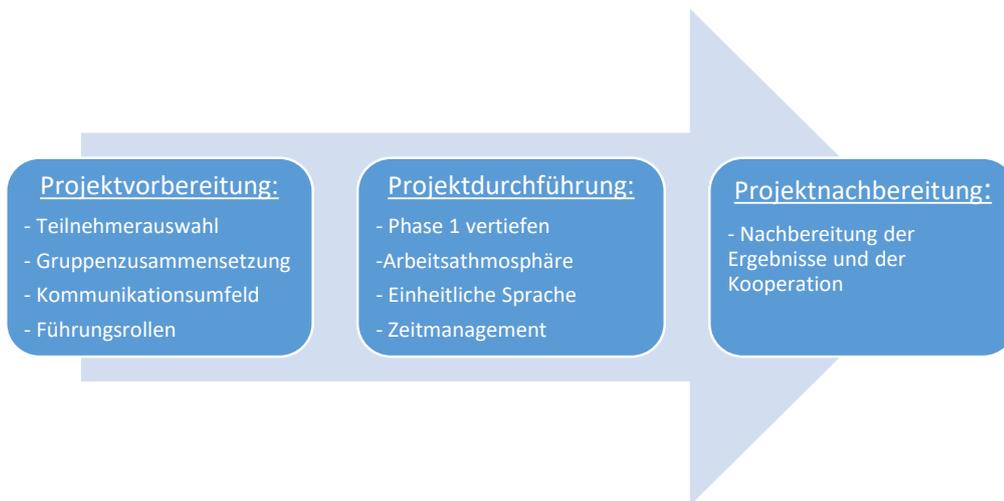


Abb. 2: Handlungsempfehlungen für die entsprechenden der Projektphasen

Lessons Learned und Handlungsempfehlungen

Nachdem die gefundenen Faktoren aus dem Anwendungsbeispiel der Projektwoche beschrieben wurden, soll nun eine Handlungsempfehlung für Unternehmen gegeben werden, die die Durchführung von interdisziplinären Projekten mit Bezug auf PSS-Entwicklungen erleichtern soll. Hierfür gibt es drei Phasen, die beachtet werden sollten:

1. In einer ersten Phase wird das Projekt vorbereitet. Hierbei muss vor allem auf die Auswahl der Mitarbeiter geachtet werden, damit wichtige Kompetenzen (disziplinäres und interdisziplinäres Wissen, Zielorientierung, Praxiserfahrung, kreative Problemlösung) vorhanden sind. Zudem sollten die verschiedenen Arbeitsgruppen so zusammengesetzt sein, dass ein Austausch der verschiedenen Disziplinen über bereitgestellte Schnittstellen erfolgen kann. Hierfür ist es auch wichtig, dass das passende Kommunikationsumfeld geschaffen wird (Räumlichkeiten, technische Kommunikationsmittel etc.). Weiterhin sollten vor dem Projektbeginn die Führungsrollen so verteilt werden, dass einzelne Verantwortungsbereiche bestimmt sind.
2. Die zweite Phase behandelt die Aktionen, die erfolgen sollten, während das Projekt durchgeführt wird. An einigen Stellen können hier Aktionen aus der ersten Phase aufgegriffen oder vertieft werden (z.B. zusätzliche Mitarbeiter einstellen, Gruppenzusammensetzung verändern etc.). Zudem soll dafür gesorgt werden, dass eine angenehme Arbeitsatmosphäre geschaffen wird, um die interdisziplinäre Zusammenarbeit zu stärken. Hierfür ist es sehr wichtig, dass sich die einzelnen Arbeitsgruppen auf eine einheitliche Sprache mit gemeinsamer Terminologie verständigen. Zudem sollten die Gruppen sich bezüglich der Zeitplanung so abstimmen, dass wichtige Teilsysteme zu den nötigen Zeitpunkten fertiggestellt sind.
3. In einer dritten Phase werden der Projektverlauf und die Ergebnisse analysiert und nachbereitet, um alle positiven und negativen Aspekte der interdisziplinären Zusammenarbeit zu analysieren. Die Analyseergebnisse können daraufhin genutzt werden, um kommende Projekte in der Vorbereitung und Durchführung besser zu gestalten.

WORK

TO DO



3

LE³ - Digitale Helferlein für die Entwicklung hybrider Lösungsangebote

Für die Entwicklung hybrider Leistungen existiert kein einheitliches Vorgehen. Generische oder auf Anwendungsfälle zugeschnittene Modelle und die Eigenheiten immaterieller und materieller Güter stellen die Entwicklung vor Herausforderungen und können einen großen Einfluss auf die Vorgehen haben. Dieser Beitrag präsentiert zur Lösung eine digitale Projekt-App.

Die bestehenden Vorgehen zur Entwicklung von PSS insbesondere in Hinblick auf die Bereitstellung von variablen, kundenindividuellen Lösungen sind entweder sehr generisch oder sehr konkret für einen bestimmten Anwendungsfall maßgeschneidert. Generische Lösungen reichen von branchenübergreifend bis zu unternehmensweit gültigen Ansätzen und haben damit nur einen geringen Mehrwert für konkrete Anwendungen. Die bestehenden Vorgehen für konkrete Anwendungen sind wiederum sehr spezifisch, auf ausgewählte Fachbereiche oder Projekte begrenzt und nur an sehr einfachen Beispielen diskutiert.

Ein einheitliches Datenmodell, das eine modellbasierte Konfiguration ermöglicht und gleichzeitig eine Kommunikation zwischen den Fachbereichen ohne Reibungsverluste fördert, existiert bisher nicht. Mit definierten Schnittstellen und Abhängigkeiten, zwischen den Fachbereichen und deren Modulen, ist eine parallele und gemeinsame Entwicklung möglich sowie eine Optimierung des Systems abhängig von den Optimierungszielen (Rahmenbedingungen).

Im Rahmen des kooperativen Projektes SmartHybrid wurden die verschiedenen in der Praxis angewendeten Vorgehen aus den Teilprojekten heraus betrachtet und analysiert.

Bei der Entwicklung von Software-Systemen nutzen Organisationen verschiedene Vorgehens- und Entwicklungsmodelle, wie das klassische V-Modell oder agile Vorgehen wie SCRUM. Methoden und Praktiken aus den verschiedenen Vorgehens- und Entwicklungsansätzen werden in der Praxis miteinander zu hybriden Vorgehen kombiniert. Die Auswahl und der Einsatz des Vorgehens- und Entwicklungsansatzes sowie der Methoden und Praktiken erfolgt dabei unabhängig von der Anwendungsdomäne der jeweiligen Organisation. Gemein ist allen eingesetzten Entwicklungsvorgehen, dass sie aus einem Pool von Vorgehensmodellen, Methoden

und Praktiken wählen können. Dies zeigt sich für die Produktentwicklung auch in der VDI 2221, die das grundlegende Vorgehen des Konstruktionsprozesses zeigt, aber auch selbst weiterentwickelt wird und sich von einem klaren Vorgehensmodell zu einem Pool verschiedener Varianten entwickelt. Die Wahl erfolgt anhand von Kontextfaktoren, wie höhere Produktion, mehr Flexibilität oder engere Kundenanbindung, die die Ziele der Organisation darstellen. In einem individuellen Konstruktionsprozess erstellt die Organisation mit Hilfe dieser Elemente ihr individuelles, den eigenen Bedürfnissen angepasstes Entwicklungsvorgehen und entwickelt diese evolutionär weiter.

Das Vorgehen bei der Entwicklung von Produktionsanlagen entspricht in weiten Teilen dem eines Produktes. Die Entwicklung einer Produktionsanlage wird dabei spezifisch auf die Anforderungen eines Produkts oder einer Produktfamilie angepasst. Dabei gibt es keine allgemeinen Unterschiede zwischen einem klassischen Produkt und dem Produktanteil eines PSS. Durch die integrierte Entwicklung von Produkt und Service ergeben sich jedoch Themengebiete die bei der Produktion eines PSS stärkere Gewichtung erfahren:

- Anstieg der Montage von Sensorik und Elektronikkomponenten
→ Datengestützte Serviceleistungen
- Transparenz der Produktion
→ Genaue Kundeninformation über Lieferzeiten
- Flexibilisierung der Produktion
→ Mass Customization

Da für PSS eine gemeinsame und gleichberechtigte Entwicklung der Systembestandteile notwendig ist, wurde in verschiedenen Workshops untersucht, auf welchem Abstraktionsgrad eine Koppelung zu einem Hybriden Vorgehensmodell möglich ist, mit dem Ergebnis, dass ein spezifischer Ent-



Steffen Küpper,
Daniel Kloock-Schreiber,
Johannes Wölper

- *Auswahl und Gestaltung hybrider Vorgehen wird durch viele Faktoren beeinflusst*
- *Existierende Vorgehen sind vielfältig, individuell, zu generisch oder zu Anwendungsfallspezifisch*
- *Ein Koordinator stellt (1) die Schnittstelle der Bereiche Produkt, Software und Dienstleistung da und (2) ermöglicht die Anwendung fachbereichsspezifischer Vorgehen, Methoden und Praktiken*

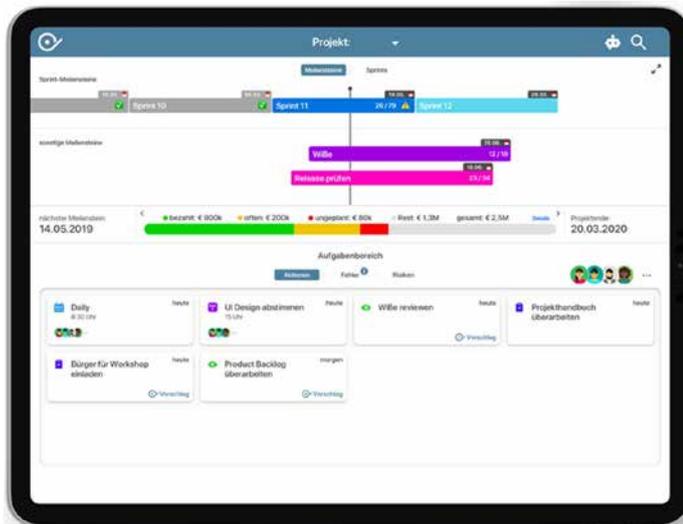


Abb.2: DiPa Dashboard – Eine App als Assistent für hybride Entwicklungsprojekte

von Projekten zu Vorhaben und Programmen. Geplante Meilensteine, Aufwände, Kosten und Risiken können im Zusammenhang betrachtet werden. Zu den jeweiligen Meilensteinen unterstützt DiPa die beteiligten Fachbereiche bei den spezifischen Aufgaben, beispielsweise:

- das Zusammenführen von Anforderungen aus den verschiedenen Fachbereichen und das Zerlegen bzw. Ableiten von User-Stories für die Softwareentwicklung,
- das Bereitstellen der Werkzeuge zur Entwicklung und Verfolgung von der Funktionsstruktur über Module bis zum Gesamtentwurf in der Produktentwicklung, sowie Softwarearchitekturen bis zur getesteten Software über das gesamte Entwicklungsvorgehen oder
- die Erstellung und Integration normkonformer Softwaredokumentationen.

Der Schwerpunkt liegt auf agilem Vorgehen in den Projekten und aggregierten Sichten für die Steuerung der Vorhaben. Dadurch werden Flaschenhälse sichtbar und manuelle Projektstatusberichte überflüssig. Von jeder Übersicht aus können Detailsichten aufgerufen werden. DiPa unterstützt das Zusammenwirken verschiedener Organisationen und Organisationseinheiten und berücksichtigt neben Entwicklungsprojekten beispielsweise auch Projekte zur Schaffung rechtlicher, organisatorischer und betrieblicher Voraussetzungen einer Lösung. Der Assistent kann dabei prinzipiell für alle Arten von Auftraggeber- und Auftragnehmer-Projekten eingesetzt werden. Die Durchführung von hybriden Projekten zur Produktentwicklung wird von DiPa dabei ebenso unterstützt.

Der Assistent vereint die Vorteile klassischer und agiler Methoden und nutzt die existierenden Vorgehensmodelle und vereinzelt Elemente der Modelle aus beiden Welten. Prinzipiell verfolgen Projektbeteiligte verschiedene Aufgaben, um zu bestimmten Zeitpunkten erwünschte Ziele zu erreichen. Modellelemente können einander zugeordnet und gruppiert werden. Die Ausprägung dieser Elemente, Zuordnungen und Gruppen sowie die Einordnung in den Gesamtprozess ist frei konfigurierbar. Ausprägungen und deren Konfiguration, die in anderen Projekten und Vorhaben bestens funktionieren, werden durch die eingesetzte künstliche Intelligenz erkannt und neuen Projekten vorgeschlagen.

Die bisherigen Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass ein hybrides Vorgehensmodell zu implementieren für bestehende Strukturen sehr aufwendig ist. Die Vielzahl an individuellen Ausprägungen, sowie die unterschiedlichen Detaillierungsgrade von existierenden Vorgehen, Methoden und Praktiken erschweren die Akzeptanz und den Aufbau eines einheitlichen Datenmodells. Um den aktuellen Herausforderungen hybrider Entwicklungsvorgehen zu begegnen, schlagen wir einen Koordinator als Schnittstelle zwischen den beteiligten Fachbereichen sowie den Entwicklungszyklen vor. Mit Hilfe von Best Practices, gesammelten Erfahrungswerten und KI können aus den unzähligen in der Praxis erfolgreichen existierenden Lösungen jedem Projekt das passende Vorgehen mit den dazugehörigen Methoden und Praktiken angeboten werden. Gleichzeitig bleibt dabei die Möglichkeit der notwendigen Individualität und Anpassbarkeit erhalten.



4

Mit etablierten Vorgehen zum individuellen Erfolg: Entwicklungskomplexität adaptiv beherrschen

Die systematische Zusammenarbeit bei der Entwicklung hybrider Leistungsbündel stellt eine komplexe Aufgabe dar, die viel Abstimmung bedarf und unterschiedlichste Aspekte berücksichtigen muss. Software-gestützte Vorgehensweisen ermöglichen ein Rahmenwerk, in dem Methoden den eigenen Bedürfnissen entsprechend geordnet und angewendet werden können.

Limitationen etablierter Vorgehensweisen

Die Entwicklung von hybriden Leistungsbündeln bedarf aufgrund ihrer integrierenden Sichtweise unterschiedlichster Disziplinen und Abstraktionsebenen einer holistischen Perspektive, um dem Ziel der nutzenstiftenden Angebotserstellung zu entsprechen. Die Komplexität ist dabei vielschichtig: Zum einen müssen die an der Leistungsentwicklung beteiligten Fachbereiche über ihre jeweiligen Disziplingrenzen hinweg verbunden werden. Dies erfordert eine Verständigung auf einem gemeinsamen Niveau, damit alle Beteiligten über entsprechende Sachverhalte diskutieren können, ohne dass dabei die Komplexität der Teildisziplinen verloren geht (vgl. Beitrag 2). Des Weiteren muss die Leistungserstellung auf den verschiedenen Abstraktionsebenen gewährleistet sein und diese fließend miteinander verknüpft werden. Auch die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus eines Angebots (Planung und Entwicklung, Einführung und Betrieb, etc.) darf nicht aus den Augen verloren werden. Diese Faktoren und Sichten bei der Entwicklung hybrider Leistungsbündel (auch Product-Service Systems Engineering, PSSE) fortwährend zu berücksichtigen, stellt Unternehmen vor Herausforderungen. In der Wissenschaft ist daher eine Vielzahl von systematischen Vorgehensweisen entstanden,

die Unternehmen bei der strukturierten Entwicklung und folglich der Berücksichtigung der zuvor beschriebenen Hürden unterstützen. Sie bestehen in der Regel aus mehreren Phasen, die einem vorgegebenen Ablauf folgen, der beispielsweise iterativ wiederholt wird, bis das den Kundenforderungen entsprechende Angebot entwickelt ist. Die einzelnen Phasen reichen dabei von der Erhebung von Anforderungen über die Konzeption und Entwicklung bis zur Einführung oder Rücknahmen der Leistungsbündel, wie nachfolgendes Beispiel zeigt.

Die Phasen bewegen sich dabei jedoch häufig auf einem generischen Abstraktionslevel, was sich durch das Fernbleiben von konkreten Methoden ausprägt, wie beispielsweise die Business Model Canvas zur Entwicklung von Geschäftsmodellen. Sie sind daher häufig nicht für den unmittelbaren Einsatz im Unternehmen geeignet. Die in der Regel statische Beschreibung von Aktivitäten im Rahmen des Entwicklungsprozesses sorgt zusätzlich dafür, dass Methoden aufgrund der ungenauen Passform für spezifische Entwicklungsprozesse nicht verwendet werden. Weiterhin mangelt es neben der methodischen Unterstützung auch an einer geeigneten IT-Unterstützung, die den Prozess digital unterstützt und somit einfacher und kollaborativ nutzbar macht.



Simon Hagen,
Prof. Dr. Oliver Thomas

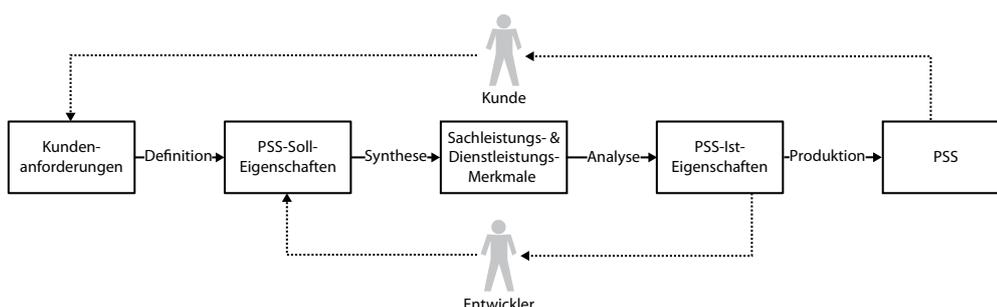


Abb.1: PSS-Entwicklungsmethodik nach (Thomas et al. 2008)

- *Vorgehensmodelle bieten einen guten Rahmen für die strukturierte Entwicklung von PSS*
- *Übertragbarkeit von wissenschaftlichen Modellen in die Praxis scheitert häufig an der hohen Abstraktionsebene*
- *Konfiguration von Vorgehensweisen auf eigene Bedürfnisse und Hinterlegen mit konkreten Methoden bietet Grundlage für nachhaltigen Einsatz*

Tool-basierte Vorgehenskonfiguration

Diesem Umstand trägt der Innovationsverbund SmartHybrid Rechnung, indem er einen integrierten Werkzeugkasten für das PSSE aller beteiligten Disziplinen entwickelt und bereitstellt (vgl. Einführungsbeitrag). In diesem Kontext fokussiert der vorliegende Beitrag die Entwicklung und Umsetzung eines software-gestützten Werkzeugs, welches Unternehmen die Möglichkeit bietet, die mannigfaltigen Potenziale von Vorgehensmodellen durch eine sinnvolle Adaption und Konfiguration auf die eigenen Bedürfnisse anzupassen. Die Entwicklung hybrider Leistungsbündel kann somit systematisch und auf wissenschaftlich entwickelten Methoden basierend durchgeführt werden und folgt somit dem Ziel, einen Konfigurator für das Erstellen von interaktiven „Anleitungen“ zur Verfügung zu stellen, welche sich an den individuellen Bedürfnissen des Unternehmens orientieren. Die Integration von konkrete Methoden für die Umsetzung der einzelnen Schritte wird dabei ebenfalls berücksichtigt, um die praktische Nutzbarkeit weiter zu erhöhen. Das uneingeschränkte Verknüpfen von Phasen eines Entwicklungszyklus mit dazu passenden Methoden und das freie arrangieren der Phasen-Reihenfolge erlauben eine hohe Individualisierung und werden durch ein Regel-basiertes System unterstützt, um auf den Erfahrungen anderer Projekte aufzubauen.

Softwaregestützte PSSE Vorgehen

Zur Erreichung dieses Ziels sind zunächst die bereits existierenden, häufig in der Wissenschaft entstandenen Vorgehensweisen für das Engineering von hybriden Leistungsbündeln zu berücksichtigen, da sie als wesentlicher Ausgangspunkt dienen. Hierbei fällt jedoch auf, dass viele dieser Arbeiten einen sehr generischen Anspruch haben und somit häufig nicht die konkrete Umsetzung der einzelnen Phasen des Vorgehens definieren. Weiterhin ist durch die Vielzahl existierender Ansätze die Differenzierung und somit die Auswahl des passenden Modells komplex. Aus diesem Grund bietet die softwaregestützte Anleitung des SmartHybrid-Projekts

zwei Funktionen, um diese Hürden abzubauen. Zum einen werden die Vorgehensweisen systemseitig anhand verschiedener Charakteristika klassifiziert, was eine Eingrenzung relevanter Vorgehensweisen, bspw. durch eine interaktive Abfrage von für das Projekt wichtigen Eckdaten, ermöglicht. So kann bereits im ersten Schritt die Auswahl einer für das Projekt dienlichen Methoden unkompliziert erfolgen. Das Tool ermöglicht es somit ebenfalls, einen Überblick über eine Vielzahl von (wissenschaftlichen) Methoden zu gewinnen, ohne umfangreiche Recherchen anstrengen zu müssen. Zum anderen können die Vorgehensmodelle nach der Auswahl des am besten geeigneten weiterhin auf die eigenen Bedürfnisse durch eine sog. „Konfiguration“ angepasst werden. Hierbei können (a) die Reihenfolge der Phasen an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden und (b) den Phasen konkrete Methoden (z.B. Geschäftsmodellentwicklung, Mindmap, Prozessmodellierung, etc.) zugeordnet werden, mit denen die Ergebnisse der jeweiligen Phase erreicht werden.

Die Anordnung der Phasen eines Vorgehensmodells entsprechend den eigenen Bedürfnissen setzt dabei voraus, dass diese als singuläre Elemente vorliegen (vgl. Chen-Diagramm, Abbildung 2). Die Überführung einer Vorgehensweise (bspw. aus einer wissenschaftlichen Publikation) in ihrer Gesamtheit in die einzelnen Phasen, um bspw. in einer Datenbank gespeichert werden zu können, ist manuell vorzunehmen. Dies hat, neben Möglichkeit zur Neuordnung der Phasen, den Vorteil, dass einer Phase Methoden zugeordnet werden können, um deren erwartetes Ergebnis sinnvoll zu erarbeiten. Weiterhin kann auf diesem Weg die Verknüpfung einer Methode mit einem konkreten Tool hergestellt werden, welches unterstützend bereitgestellt wird. Beispiele für derartige Tools sind in dieser Broschüre beispielsweise im Geschäftsmodellkonfigurator (vgl. Beitrag 7), dem Design-Thinking Tool (Beitrag 8) sowie der Prozessmodellierung (Beitrag 5) zu finden.

Die auf diesem Weg „konfigurierten“ Vorgehensmodelle können dann in einem Assistenten verwendet und durchlaufen werden, der durch die Phasen führt und entspre-

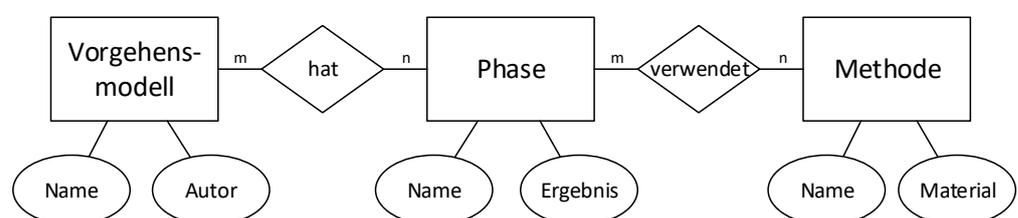


Abb. 2: Chen-Darstellung der Elemente eines konfigurierten Vorgehensmodells

chende Hilfestellungen gibt. Zu jeder Phase werden dann, sofern zugeordnet, Tools eingeblendet, mit denen die entsprechenden Methoden durchgeführt werden können. Für die Erstellung eines Geschäftsmodells zu Beginn eines Entwicklungsvorhabens könnte bspw. das Business Model Canvas mit einem entsprechenden Tool (vgl. Beitrag BMC+Prozess) eingeblendet werden. Diese werden mit Hilfe einer modularen Struktur zur Verfügung gestellt, so dass die Zuordnung zu beliebigen Phasen möglich ist. Interessant ist hierbei insbesondere die vereinheitlichte Datenstruktur, die die Verknüpfung der Informationen auf Datenebene erlaubt. So können Methoden (respektive die einzelnen Phasen) aufeinander aufbauen und zuvor definierte Konzepte konkretisieren oder erweitern (vgl. Beitrag 7).

Für Unternehmen stellt diese Konfigurier- und Ausführbarkeit erhebliche Vorteile im Vergleich zu konventionellen Vorgehensmodellen dar, da sie befähigt werden individu-

elle Vorgehensweisen (von Grunde auf neu oder adaptiert von bestehenden) zu erstellen und diese mit praktisch anwendbaren und etablierten Methoden „auszustatten“. Dadurch werden sie zunehmend greifbar und verlieren den derzeit hohen Grad an Abstraktion, was insbesondere durch die auf Datenebene ermöglichte Verknüpfung der Methoden realisiert wird. Dies führt weiterhin dazu, dass sich Leistungsmodulare herauskristallisieren lassen, welche projektübergreifend wiederverwendet werden können. Insgesamt birgt dies auch für die Wissenschaft erhebliche Potenziale, da durch eine erhöhte Akzeptanz die Verbreitung von Vorgehensweisen zunehmend verstetigt werden und somit eine sinnvolle Anwendung der Vorgehensmodelle stattfindet.

ID	Name	Beschreibung	Abbildung	Anz. Phasen	Convertzgraph	Bearbeiten	Löschen
6	Vorgehensmodell PSS-Entwicklungsmethodik	Vorgehensmodell zur Entwicklung von PSS nach Lindahl et al.		7	Konfigurieren	🔗	✖
7	Ordnungsrahmen PSS-Entwicklungsmethodik	Ordnungsrahmen zur Entwicklung hybrider Leistungsbündel nach Thomas et al.		5	Konfigurieren	🔗	✖
8	PSS Ordnungsrahmen			2	Konfigurieren	🔗	✖
9	PSS Ordnungsrahmen			3	Konfigurieren	🔗	✖

Abb. 3: Übersicht der in der SmartHybrid-Plattform hinterlegten Vorgehensmodelle

PSS Entwicklung nach Lindahl et al. 2004

1. Need- & requirement analysis → 2. Concept generation → 3. Concept realization → 4. Unit (Service & Maintenance) → 5. Check & contract → 6. Take back

Kundeninterview
 Aufnahme der wichtigsten Eigenschaften im Rahmen eines Interviews mit Spezialisten vom Kunden. Ein beispielhafter Ablauf ist in der Abbildung dargestellt.

Frage- bzw. Aussagart	Beispielformulierung für den Interviewer / -in
Begrüßung	Herzlich willkommen. Schön, dass Sie sich Zeit genommen haben. Guten Tag. Ich begrüße Sie ganz herzlich zum heutigen Interview.
Vorstellung	Mein Name ist... Ich komme von...
Erläuterung des Forschungsprojektes	Gerne möchte ich mit Ihnen kurz noch einmal das Thema und auch den aktuellen Stand des Forschungsprojektes erläutern. Das Ziel dieses Interviews ist es...
Einverständnisabfrage	Sind Sie damit einverstanden, dass das Interview mittels Audiogerät aufgezeichnet wird?
Eingangfrage	Ich möchte mit Ihnen ein Gespräch über das Thema X führen. Bitte sagen Sie mir alles, was Ihnen spontan zu X einfällt.
Offene Leitfragen	Welche Aufgaben nehmen Sie hier zu dem Thema X wahr? Möglichst offen, an den Forschungsfragen orientiert und nach der SPSS Methode gefragt und ausgewählt (s.o.)
Neutrale Aufforderungen nach Rückfragen der Befragten	Sie können anfangen, womit Sie wollen... Das liegt ganz bei Ihnen... Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, allein das, was Sie über das Thema denken, ist wichtig...
Positive, verstärkende Bewertung nach Rückfragen der Befragungsperson	Das kann ich (sehr) gut nachvollziehen
Präzisierungen	Mit anderen Worten...? Sie meinen...?
Aussagen, die ein Gespräch wieder beleben können	Denken Sie ruhig noch etwas nach Was? ... Was halten Sie davon? Was können Sie mir sonst noch dazu sagen?
Zurückliegendes erneut aufgreifen	Sie haben vorher gesagt... Um noch einmal auf das Thema X zurückzukommen...
Zusatzfragen nach Abschluss des Interviews	Was ist an X besonders positiv bzw. negativ? Welche zukünftigen Entwicklungen wären wünschenswert?
Verabschiedung	Ggf. Welche weitere Person sollte ich noch interviewen? Aus Wiedersehen. Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit genommen haben. Vielen Dank für das Interview. Kommen Sie gut nach Hause.

Abb. 4: Exemplarische Anleitung für ein konfiguriertes Vorgehensmodell



5

Vom konventionellen Hersteller zum datengetriebenen Wertschöpfer

Die Integration von Informations- und Kommunikationstechnologie in Produkte und Dienstleistungen innoviert derzeit etablierte Leistungsangebote. Diese Entwicklung erfolgt zumeist evolutionär für einzelne Güter und ermöglicht neue „Features“, ohne die ursprüngliche Leistung obsolet zu machen. Doch auch für hybride Wertschöpfer stecken hierin Neuerungen, indem komplementäre Leistungen bereits auf Datenebene verknüpft werden und so das kundenseitige Lösungspotenzial weiter erhöhen.

Mit Informationstechnologie zu neuen Produkten und Dienstleistungen

Die Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologie steigt nicht nur in Unterstützungsprozessen, sondern auch in den Wertschöpfungsmodellen alteingesessener Branchen. Entwicklungen lassen sich beispielsweise seit geraumer Zeit im Maschinenbau beobachten, wo Neumaschinen mit Sensorik und datenverarbeitenden Systemen ausgestattet werden, um ein Monitoring von Betriebsparametern und Fertigungsqualität zu ermöglichen. Für Automobile ermöglicht die Integration von Informationssystemen das Angebot von Features wie der Parkdistanzkontrolle (PDC) oder der Fahrdynamikregelung (ESC). Aufgrund der positiven Preisentwicklung finden IKT-Komponenten mittlerweile auch in niedrigpreisigen Gebrauchsgütern Anwendung. So integrieren Waschmaschinen bspw. die automatische Beladungsoptimierung zur Minimierung der Unwucht, Dosierungsempfehlungen für Waschmittel und die zeitabhängige Durchführung von Waschgängen. Auf Dienstleistungsseite unterscheiden sich digitalisierte Dienstleistungen, die mit IT-Unterstützung (bspw. in Form von separaten Assistenzsystemen) erbracht werden, von digitalen Dienstleistungen, die virtuell über das Internet angeboten werden. Auch solche Innovationen können gegenwärtig in der Industrie beobachtet werden: Im Maschinenbau entstehen gegenwärtig Assistenzsysteme, die in der Lage sind, teils komplizierte technische Prozesse für internes Fachpersonal (Monteure, Servicetechniker) und Betreiber auf Kundenseite (Werkstechnik, Maschinenführer) strukturiert anzuleiten. Noch grundlegender sind die Veränderungen in der Versicherungs- und Bankenwirtschaft, in der der Bezug von Informationen (z.B. Buchungssätze) und weiterführende Dienstleistungen, wie der Abschluss von neuen

Verträgen, Überweisungsaufträge oder die Beantragung von Krediten als rein digitale Dienstleistung über das Internet angeboten wird.

Leistungsbündelung durch Datenaustausch

Mit der so zunehmenden Bedeutung von Information für verschiedene Gütertypen und der darauf aufbauenden Erweiterung von Leistungsversprechen gewinnt das seit Jahrzehnten bekannte Konzept hybrider Leistungsbündel an neuer Aufmerksamkeit. Wurden Produkt-Service Systeme ursprünglich mit dem Ziel des Angebots komplementärer Leistungen entwickelt, verändert sich durch die informationstechnischen Features der Einzelgüter auch das Potenzial der Bündelung. Für Automobile könnten so Werkstattssysteme, die Sensordaten eines Fahrzeugs bereits vor dessen Eintreffen erhalten und eventuelle Fehlfunktionen identifizieren, eingesetzt werden. Hinzu kommen digitale Dienstleistungen, wie bspw. Concierge-Services und Informationsangebote (Wetter, Verkehr, Musik usw.), die oftmals als zubuchbares Abonnement angeboten und über das Fahrzeug ausgeliefert werden. Im Gebrauchsgüter-Bereich bieten Hersteller von Küchenmaschinen über das Internet ausgelieferte Rezeptkataloge und Kochideen (bspw. Vorwerk Cookidoo). Derartige Konzepte bauen auf der stufenweisen informationellen Integration von Produkt und Dienstleistung auf, die in der vollständigen Vision ein datengetriebenes Leistungsbündel bilden. Abbildung 1 illustriert das zugrundeliegende Prinzip.

Praktische Anwendung datenbasierter Leistungsbündel

Um eine praktische Umsetzung von datenbasierten Leistungsbündeln zu ermöglichen,



Dr. Friedemann Kammler,
Simon Hagen,
Dr. Paul Gembarski,
Christopher Rogall,
Dr. Mark Mennenga

- Die Integration von IKT in Produkte und Services ermöglicht deren informationelle Verknüpfung
- In der Verknüpfung liegt das Potenzial, ganze Wertschöpfungs-systeme kundenindividuell anzubieten
- Zu berücksichtigen ist das Risiko, dass Drittanbieter komplementäre Güter anbieten, die man nur eingeschränkt beeinflussen kann

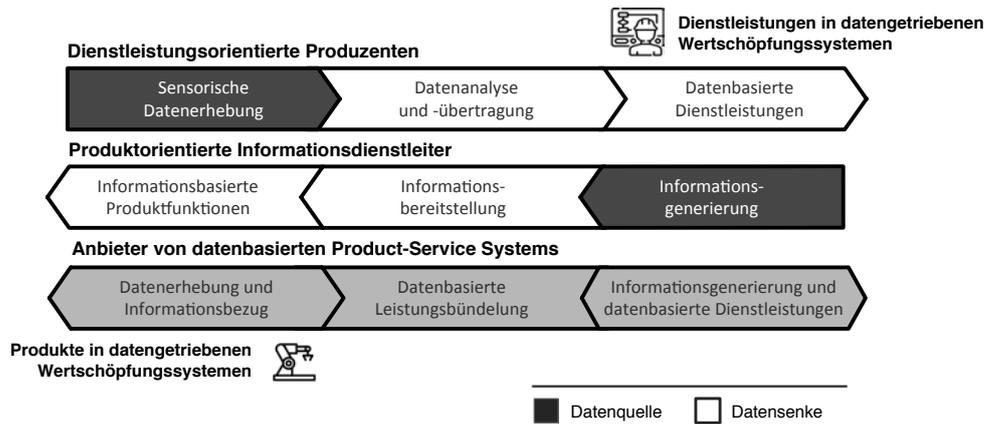


Abb. 1: Prinzipien des Informationsaustauschs zwischen Produkt und Dienstleistung

müssen güterübergreifende Informationsströme etabliert werden. Dabei wirken die Komponenten des Leistungsbündels als Quelle und Senke eines Kommunikationssystems, in dem neue Informationen des Quellsystems zu Leistungsanpassungen führen und auf diese Weise weitreichende Ansprüche, wie bspw. die Anpassung von Gütern an individuelle Kundenwünsche oder dynamische Rahmenbedingungen realisieren. Das hierfür fehlende „Puzzlestück“ bleibt die informationelle Verknüpfung, die die Leistungslogik auf Prozessebene abbilden und Informationsströme zur Realisierung neuer Features steuern kann. Für dieses Anliegen wurde durch die Ent-

wicklung einer graph-basierten Datenstruktur im Innovationsverbund SmartHybrid eine wesentliche Voraussetzung geschaffen. Die Struktur wird auf einem Speicher instanziiert, der Dienstleistungen (bspw. in Form von Prozessen) und Produkte (bspw. in Form von Stücklisten) abbildet und miteinander verknüpft. Erste Anwendungen schaffen bspw. eine Schnittstelle zwischen sensorischen Auffälligkeiten (z.B. „Hitzeentwicklung“) und erforderlichen Handlungen des Betreibers (z.B. „Geschwindigkeit drosseln“). Auf diese Weise lassen sich benötigte Dienstleistungen identifizieren und individuell ausführen. Insbesondere komplexe Diagnoseprozesse können so verkürzt werden¹.

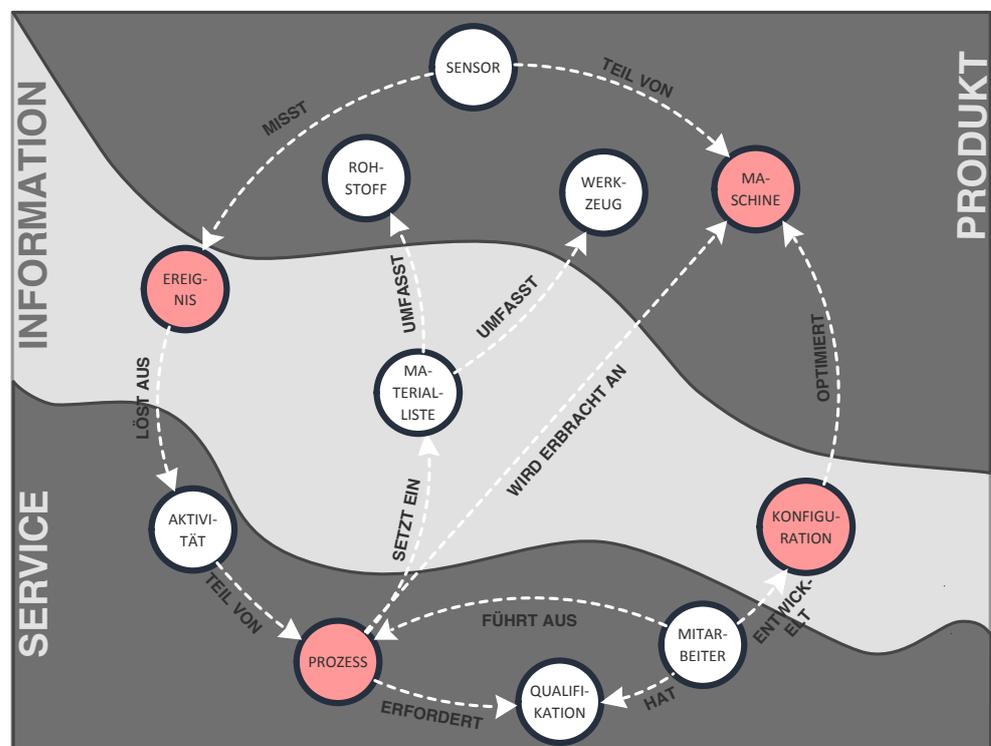


Abb. 2: Beispielhafte Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen

¹ Kammler et al. (2019) zeigen einen Beispielprozess, in dem analog mindestens 8 Aktivitäten ausgeführt werden müssen. Die informationelle Integration von Produkt und Dienstleistung ermöglichen eine Verkürzung des Prozesses auf maximal 4 Aktivitäten bis zur Entstörung.

Risiken und Nutzenpotenziale datenbasierter Geschäftsmodelle

Zur Bewertung des Potenzials liegt die Annahme nahe, dass jede zusätzliche IKT-Komponente zusätzliche Kosten mit sich bringt, die, insofern weiterhin mindestens der gleiche Ertrag erzielt werden soll, auch im Preis berücksichtigt werden müssen. Um den erhöhten Preis gegenüber Kunden rechtfertigen zu können, muss der Leistungszuwachs als wahrnehmbares Feature erfolgen und könnte bspw. durch komplementäre Güter im Leistungsbündel dargestellt werden. Hieraus entstehen verschiedene Folgefragestellungen: So ist zu klären, ob das komplette Leistungsbündel aus „einer Hand“ bereitgestellt werden kann und soll, oder ob einzelne Komponenten von externen Anbietern erbracht werden. Ist dies der Fall, ist weiter zu prüfen, wie sich der Gesamtertrag auf die einzelnen Leistungskomponenten verteilt. Dabei sollten Wechselwirkungen und Synergieeffekte detailliert analysiert werden, um zu ermöglichen, dass Kosten, die für die informationstechnische Ausstattung von Produkten in Kauf genommen werden, auch mit den Gütern verrechnet werden, die sich in der „Senke“ befinden und die gewonnenen Informationen nutzenstiftend einsetzen. In der Auseinandersetzung mit der Integration von Informationstechnologie können abschließend drei zentrale Szenarien unterschieden werden, die verschiedene Risiken und Potenziale bergen:

1. Keine Integration von IKT: Neue Features eines Guts sind als wettbewerbswirksam einzuschätzen, sodass die Gefahr entsteht, dass Wettbewerber die Entwicklungsmöglichkeit der IKT-Integration zur Differenzierung nutzen, falls keine Initiative ergriffen wird.
2. Integration von IKT auf Güterebene: Wird die Integration von Informationstechnologie durchgeführt aber in konventioneller Entwicklungslogik ausschließlich als neues Feature verstanden, entstehen zwei unterschiedliche Risiken:
 - a. Die zusätzlichen Kosten müssen durch das innovierte Gut auf Kundenseite realisiert werden und können als Preissteigerung empfunden werden, die sich nicht im gleichen Maße im Nutzen niederschlägt. (Weiter-)entwicklungen werden in diesen Fällen häufig als „Übertechnisierung“ kritisiert und nicht weiter verfolgt.
 - b. Das entwickelte Gut kann von weiteren Anbietern als Komplementär

genutzt werden, um eigene Leistungen anbieten zu können, ohne dass eine Beteiligung an Herstellungskosten erfolgt. Im ungünstigsten Fall überlassen Hersteller unbeabsichtigt Drittanbietern, die intelligente Leistungsverknüpfung betreiben, Zugang zu den eigenen Kundenstämmen. Dies ist gerade dann der Fall, wenn die Auslieferung des Komplementärs über eine Plattform (z.B. mobile AppStores) erfolgt.

3. Entwicklung datengetriebener Geschäftsmodelle: Das entwickelte Gut wird als Baustein eines Leistungsbündels betrachtet, das den Kundennutzen durch komplementäre Güter erhöhen will. Hierfür werden mögliche Zusatzleistungen identifiziert, analysiert und eine Entscheidung darüber getroffen, ob diese selbst oder durch Drittanbieter angeboten werden sollen. Um das Angebot von komplementären Gütern aktiv mitzugestalten, erfolgt die Definition von digitalen Schnittstellen (APIs), mittels derer dem Gut externe Informationen bereitgestellt oder aus dem Gut abgerufen werden können. Auf Rechnungsebene werden Kostenverrechnungssätze entwickelt, anhand derer Komplementärleistungen an den Entwicklungskosten beteiligt werden.

Unternehmen, die bislang nicht als hybride Wertschöpfer tätig waren, müssen sich schlussfolgernd damit auseinandersetzen, inwieweit Informationstechnologie in ihre Produkte integriert werden soll und welche Möglichkeiten sich hieraus ergeben. Erfolgt die umfassende Auseinandersetzung nicht, birgt die Beschränkung auf etablierte Entwicklungsstrukturen die Gefahr, dass Potenziale nicht erkannt und auf diese Weise Wachstumsmöglichkeiten oder sogar Marktanteile verloren werden. Um datengetriebene Wertschöpfungssysteme gewinnbringend zu etablieren, muss die konsequente Digitalisierung von bestehenden Gütern, gefolgt von der Analyse möglicher informationeller Verknüpfungsmöglichkeiten bis hin zur Evolution von Geschäftsmodellen und Gestaltung innovativer komplementärer Güter also als umfassender Gesamtprozess fokussiert werden.

Etablierung systemischer Architekturen am Beispiel Cyber-Physischer Produktions-Service-Systeme

Eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung eines konventionellen Herstellers zu

einem datengetriebenen Wertschöpfer sind der Aufbau und die Umsetzung geeigneter Strukturen. Als Basis hierfür können eine Referenzarchitektur und ein Entwicklungsansatz für Cyber-Physische Produktions-Service-Systeme (CPPSS) dienen. CPPSS integrieren das Konzept der Cyber-physischen Produktionssysteme (CPPS) mit dem Konzept von Produkt-Service-Systemen (PSS). Hierbei sind CPPS als Systeme zu verstehen, die eine Verbindung zwischen der physikalischen Welt und den umgebenden Prozessen herstellen, während gleichzeitig die Verwendung und Verarbeitung von Daten bereitgestellt wird. Dabei beziehen sie sich stets auf den Kontext der Produktion.

CPPSS ermöglichen somit die automatisierte Erhebung und Analyse von Daten und Informationen eines Produktionssystems und integrieren diese über das Geschäftsmodell eines datengetriebenen Wertschöpfers in ein Service-System mit dem Ziel Kundenbedürfnisse zu befriedigen sowie Kosten und Umweltbelastungen zu reduzieren.

CPPSS-Referenzarchitektur

Eine Referenzarchitektur zur Gestaltung von CPPSS ist in Abbildung 1 dargestellt. Sie beinhaltet das Cyber-Physische Produktionssystem und das Service-System und basiert auf einem Ebenen-Ansatz.

Basis ist die Shop-floor-Ebene. Sie umfasst alle Maschinenaktivitäten und deren Aufnahmen über Sensorik und die Netzwerke auf Produktionsebene. Hier werden alle nötigen Daten generiert, die einerseits aus der integrierten Sensorik oder andererseits aus den Produktionsdaten stammen. Auf der Cloud-Ebene werden diese Daten verarbei-

tet, d.h. vorbereitet und analysiert, um nach einer Interpretation der Ergebnisse Service-Vorschläge unterbreiten zu können. Die Geschäftsmodellebene strukturiert die zentralen Inhalte des Geschäftsmodells anhand eines Business Model Canvas. Die Inhalte der Ebene umfassen entsprechend die Schlüsselpartner, Schlüsselaktivitäten und Schlüsselressourcen, das Leistungsversprechen, die Kundenbeziehungen, und -kanäle sowie das Kundensegment. Zusätzlich beinhaltet die Ebene die Kosten- und Einnahmestrukturen. Jedes der Elemente auf den Ebenen der CPPSS-Architektur kann für ausgewählte Szenarien konkretisiert werden.

Dienstleistungen (Services) entstehen aus dem Zusammenspiel aller Ebenen. Auf der Geschäftsmodellebene werden die Anforderungen und Schlüsselemente zur Erbringung von Dienstleistungen definiert. Darauf aufbauend können entweder physische oder digitale Dienstleistungen bereitgestellt werden. Die Bereitstellung physischer Dienstleistungen erfolgt auf der Shop-floor-Ebene und kann klassische Wartungsdienstleistungen (z.B. Reparaturen und Instandhaltung), sowie Hardwareimplementierungen (z.B. der Austausch von Ersatzteilen, die Implementierung zusätzlicher Sensortechnologie oder IT-Zubehör) umfassen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Dienstleistungen im Bereich der Cloud-Ebene bereitzustellen, beispielsweise durch Algorithmen und Know-How für die Datenauswertung und -analyse (Data Mining).

Die CPPSS-Architektur dient als Basis für die Gestaltung eines integrierten cyber-physischen Produktions- und Servicesystems. Sie unterstützt kleine und mittelständische Un-

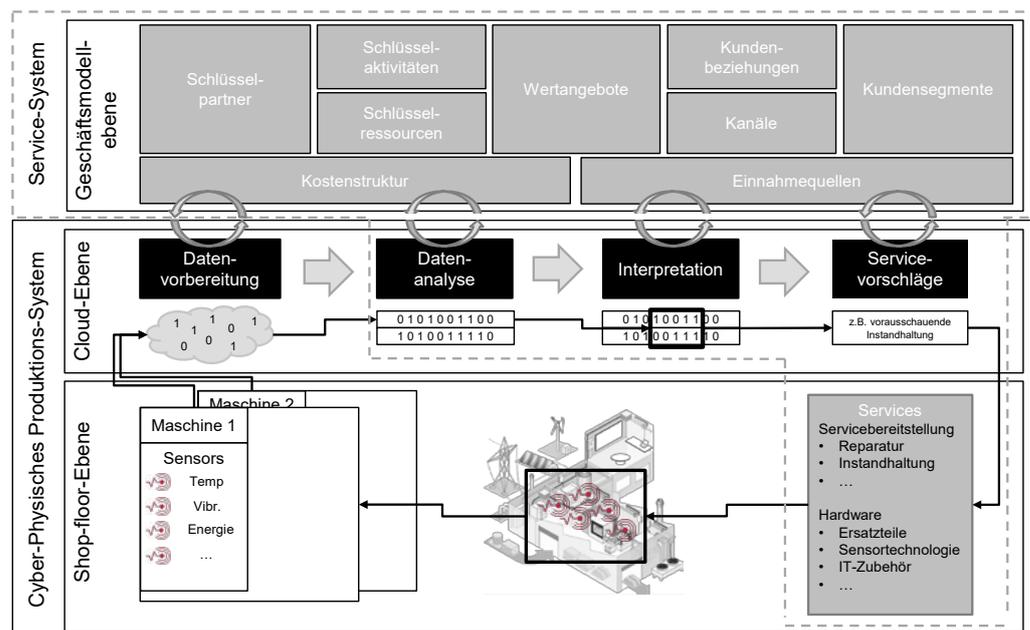


Abb. 3: CPPSS Architektur

ternehmen, für welche die Integration von Neuerungen im Bereich IT und Geschäftsmodelle herausfordernd sein kann. Um die Einstiegshürden gering zu halten, sind niedrigere Investitionen, wenig Aufwand für zusätzlich zu schulende Mitarbeitende (IT-Wissen) und geringe Ausfallzeiten des Systems erforderlich. Dies lässt sich erreichen, indem Sensorik und weitere Infrastruktur so ausgelegt werden, dass kein nennenswerter Einfluss auf den Produktionsbetrieb entsteht. Beispiele hierfür sind Sensoren, welche an der Maschinenaußenseite montiert werden, oder Netzwerke, welche nicht mit unternehmens-spezifischen Netzwerken kollidieren.

CPPSS-Entwicklungsansatz

Um bei der Einführung und Implementierung einer CPPSS-Architektur das vollständige Potential auszuschöpfen, bedarf es eines systematischen Entwicklungsansatzes. Dieser soll sicherstellen, dass die Struktur des Systems effizient ist. In Abbildung 2 findet sich hierzu ein CPPSS-Entwicklungsmodell, welches in engem Zusammenhang zu der CPPSS-Architektur steht. Der Entwicklungsansatz bezieht sich auf die Ebenen der Architektur und beinhaltet die Ausbaustufen Hardware, Daten, Information und Service. Die Ausbaustufen können dabei entweder benötigt werden, oder durch den vorherigen Schritt bereitgestellt sein. Damit die Auslegung des Modells effizient ist, ist zu prüfen, ob eine der benötigten Ausbaustufen bereits durch eine vorhandenes CPPSS abgebildet ist, oder ob das CPPSS entsprechend erweitert werden muss. Der Entwicklungsansatz ist dabei flexibel aus verschiedenen Richtungen lesbar. Eine Möglichkeit ist die Entwicklung basierend auf einer benötigten Dienstleistung (oben rechts). Die benötigte Dienstleistung generiert auf der Geschäftsmodellenebene eine Informationsanforderung, welche auf der Cloud-Ebene die Anforderung an bereitzustellende Datenpakete auslöst. Dies resultiert auf der Shop-Floor-Ebene in der benötigten Hardware, wodurch Daten generiert werden können. Die Daten gehen in der Cloud-Ebene in Informationen über und geben die Möglichkeit zur Bereitstellung einer Dienstleistung in der Geschäftsmodellenebene. Eventuell erforderliche Maßnahmen auf der Geschäftsmodell-, Cloud- und Hardware-Ebene zum Aufbau eines neuen CPPSS

oder Erweiterung eines bestehenden CPPSS sind schließlich einer Bewertung aus Kosten- und Umweltsicht zu unterziehen. Diese soll sicherstellen, dass mögliche Vorteile des Systems (z.B. weniger Ausfallzeiten in der Produktion) nicht durch eventuelle Nachteile (z.B. höhere Kosten, Umweltwirkungen) kompensiert werden.

Die Umsetzbarkeit der CPPSS Architektur und des Entwicklungsansatzes können durch Validierung im Rahmen einer konkreten Anwendung sichergestellt werden. Denkbar ist hier das Beispiel des „Low cost sensor PSS“, welches an klassische Werkzeugmaschinen

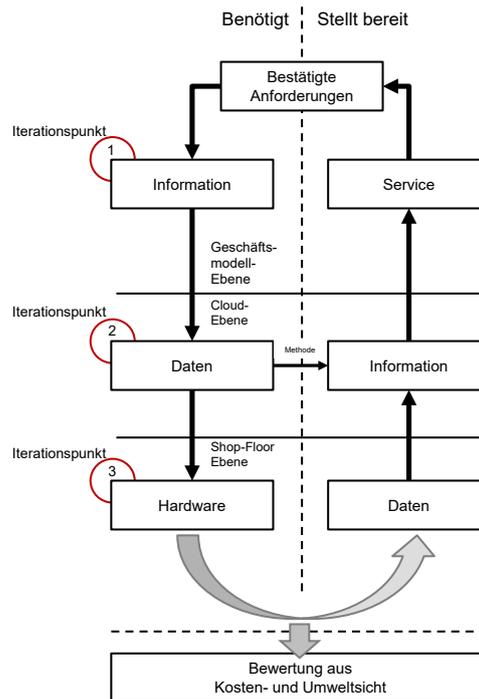


Abb. 4: CPPSS Entwicklungsmodell

angedockt wird. Auf dem Weg vom konventionellen Hersteller zum datengetriebenen Wertschöpfer bieten die Architektur und der Entwicklungsansatz eine Basis für die Implementierung konkreter Lösungen im Sinne einer strukturierten Vorgehensweise.

Anmerkung der Autoren

Die Beschreibung der Referenzarchitektur ist Grundlage für einen zum Review eingereichten Beitrag für die CIRP International Conference on Life Cycle Engineering 2020. Er wurde zum Zweck der Lesbarkeit und Textstrukturierung für diese Broschüre übersetzt und adaptiert.



2-модуль #073
214 /SERW-1233\

>2AF ACTIV
CORE 0001 11 00
CORE 0002 11 00
CORE 0003 11 00

1.00000000
2.00000000
3.00000000
4.00000000
5.00000000
6.00000000
7.00000000
8.00000000
9.00000000
10.00000000

6

Informationsmanagement für die strukturierte Entwicklung von Produkt-Service Systemen

Ein wichtiges Merkmal für die erfolgreiche Entwicklung von Produkt-Service Systemen ist die gemeinschaftliche Erfüllung der Anforderung durch Produkt und Service und deren gleichberechtigte Betrachtung in der Entwicklung. Um dies zu erfüllen, bedarf es eines integrierten Entwicklungsprozesses von Produkt und Service. Um die Vorteile von bestehenden weit entwickelten fachspezifischen Entwicklungsprozessen und -werkzeugen zu nutzen, wird auf diese zurückgegriffen. Es erfolgt eine Kombination und Erweiterung der Werkzeuge und darüber hinaus werden sie durch ein umfassendes Informationsmanagement verknüpft. Nach der Beschreibung eines generischen Entwicklungsprozesses werden zwei Ansätze für die Gestaltung des Informationsmanagements dargestellt.

Eines der grundlegenden Merkmale der PSS-Entwicklung ist die gemeinschaftliche Entwicklung von Produkt- und Serviceanteilen. Wie in Beitrag 3 gezeigt, gibt es für die unterschiedlichen Entwicklungsbereiche unterschiedliche Konzepte und Werkzeuge (z.B. User-Stories im Softwareengineering und Anforderungslisten in der Produktentwicklung). Ein Vorgehen für die vollständig integrierte Entwicklung zu finden, ist in den seltensten Fällen möglich, da PSS in den einzelnen Ausprägungen stark variieren können und Entwicklungsprozesse iterativ ablaufen. Durch die Einführung eines strukturierten Informationsmanagements ist es jedoch möglich, einer integrierten Entwicklung so nahe wie möglich zu kommen. Nachfolgend wird ein Konzept für einen strukturierten Einsatz von Informationsmanagement dargestellt. Wie die Umsetzung eines solchen Informationsmanagements in der Praxis umgesetzt werden kann, wird am Beispiel der CAD-Daten Erweiterung und dem Einsatz von

Graph-Datenbanken erläutert. In Abb. 1 ist ein generischer Entwicklungsprozess eines PSS beschrieben. Zu Beginn des Entwicklungsprozesses steht der Austausch zwischen den Entwicklungsbereichen Produkt- und Serviceentwicklung. Bei diesem Austausch wird eine Startkonfiguration des PSS entwickelt. Diese beschreibt den ersten Ansatz, und wie die Gesamtanforderungen an das PSS durch Produkt und Service erfüllt werden. Teil der Startkonfiguration sind die Anforderungen an Produkt und Service, die sich durch die Gesamtanforderungen ergeben, aber auch durch die Anforderungen untereinander. In einem iterativen Vorgehen werden die Anforderungen der jeweiligen Entwicklungsbereiche zunächst separat bearbeitet, bevor in einem zweiten Schritt die Fortschritte bei der Erfüllung der Anforderungen ermittelt und mit dem Soll abgeglichen werden. Auf Basis des neuen Ist-Zustandes werden die Anforderungen ggf. angepasst und erneut in den beiden Ent-



Johannes Wölper,
Daniel Kloock-Schreiber

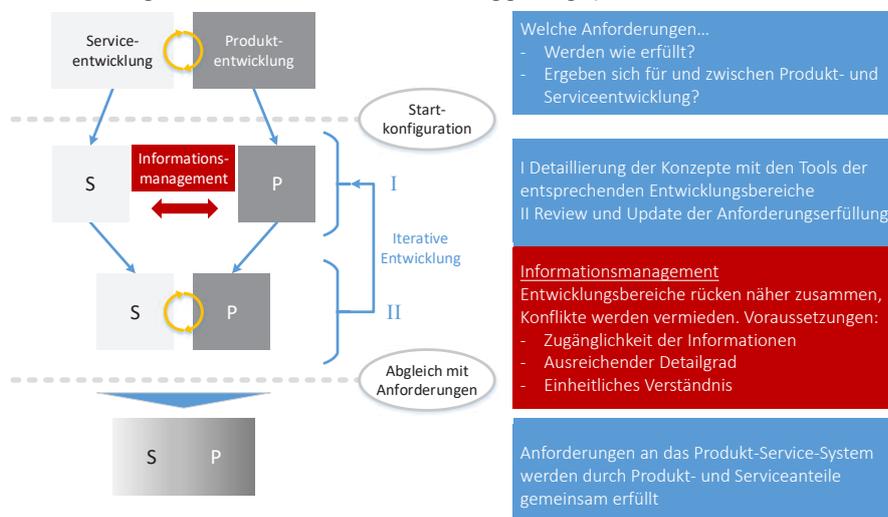


Abb. 1: Vereinfachter Entwicklungsprozess eines PSS zur Beschreibung der Vorteile eines sinnvollen Informationsmanagements

- *Kollaboration über Unternehmens- und Fachbereichsgrenzen hinweg ist ein zentraler Faktor für die erfolgreiche Umsetzung von hybrider Wertschöpfung*
- *Wichtige Komponenten für erfolgreiche Interdisziplinarität im Kontext der hybriden Wertschöpfung sind (1) die Kompetenzen der Teilnehmer und (2) die Zusammenbringung dieser Kompetenzen*
- *Kompetenzen sind Faktoren wie das Wissen oder die Praxiserfahrung von Arbeitenden. Diese werden über eine einheitliche Sprache, einem abgestimmten Zeitplan sowie ein gemeinsames Kommunikationsumfeld zusammengeführt*

wicklungsbereichen bearbeitet. Der iterative Prozess wird beendet, wenn die Gesamtanforderungen an das PSS erfüllt sind. Ein strukturiertes Informationsmanagement unterstützt den Austausch von Informationen und ermöglicht deren wechselseitige Verfügbarkeit für die Entwicklungsbereiche, sodass es die integrierte Betrachtung ermöglicht und potentielle Konflikte bei der Erfüllung von Anforderungen vermieden werden.

Wie ein sinnvolles Informationsmanagement aussehen kann, wird im Folgenden am Beispiel der Produktentwicklung und im speziellen der Konstruktion mit CAD-Modellen dargestellt. Es wird gezeigt, wie bereits einfache zusätzliche Informationen im CAD-Modell einen großen Nutzen für die Serviceentwicklung aufweisen können und auch einen Einfluss auf weitere Phasen des Lebenszyklus eines PSS haben.

Über den Lebenszyklus eines PSS gilt es unterschiedliche Ziele zu erfüllen. Die Ziele der PSS-Entwicklung werden dabei durch die Kundenwünsche und -bedürfnisse gesteuert und in Anforderungen an das PSS ausgedrückt. Die Kundenwünsche und -bedürfnisse gilt es dabei über den gesamten Lebenszyklus des PSS zu verfolgen und wenn nötig das PSS anzupassen.

Klassisch wird ein CAD-Modell in der Produktentwicklung verwendet, also einem ausgewählten Bereich des Lebenszyklus. Der Nutzen des hier beschriebenen angereicherten CAD-Modells kann hingegen auf andere Bereiche erweitert werden. Besonders für die gleichberechtigte Entwicklung von Produkt- und Servicekomponenten des PSS ist es ein hilfreiches Mittel im Sinne des Informationsmanagements. Aber auch andere Phasen des Lebenszyklus können beeinflusst werden. Mögliche zusätzliche Funktionen sind die Darstellung und Dokumentation der Produkt- und Serviceschnittstellen, der Dokumentation von Änderungen an Teilen und deren Auswirkungen auf andere Teile.

Mit dem Ansatz des angereicherten CAD-Modells ist es möglich, die üblicherweise auftragsneutralen Daten zu erweitern und digitale Zwillinge auf Basis der gespeicherten Daten zu erstellen. Diese können dann bei der Dokumentation, Anpassung und Ausführung von Produkt- und Dienstleistungskomponenten des PSS über den gesamten Lebenszyklus unterstützen.

Um ein angereichertes CAD-Modell zu erstellen werden bestehende Entwicklungswerkzeuge genutzt und verknüpft. Konkret bedeutet dies, dass parametrisches und wissensbasiertes CAD mit einer grafischen Modellierungssprache, der EPK (Ereignis gesteuerten Prozesskette), verknüpft und damit ein Werkzeug für die Entwicklung von PSS eingerichtet wird. Dabei können je nach physischem Produkt Dienstleistungen entwickelt und geplant und die Auswirkungen von Dienstleistungen auf das physische Produkt dokumentiert werden. Zur Umsetzung werden einfache Referenzen, Formeln, Matrixoperationen und hierarchische Entscheidungsstrukturen verwendet. Hierfür sind im Wesentlichen keine zusätzlichen Werkzeuge erforderlich und die Implementierung kann mit Autodesk Inventor 2017 (als CAD-Umgebung) mit einer Excel-Integration erfolgen. Die Kombination Excel-Inventor ist im Funktionsumfang ausreichend und wird verwendet, um den Aufwand für die Erstellung des Modells in Grenzen zu halten. Sie ermöglicht Dienstleistungen in das Modell zu integrieren und schafft gleichzeitig eine Schnittstelle, um Daten aus den erbrachten Dienstleistungen in die Modelle zurückzuführen und so einen digitalen Zwilling zu dokumentieren.

Basis des angereicherten CAD-Modells ist ein Konfigurator. Die Grundstruktur des Konfigurators ermöglicht es, auf individuelle Kundenbedürfnisse zu reagieren. Im Konfigurator werden Daten zum Produkt (z.B. notwendige Wartungsintervalle oder Verbaukompliziertheiten) und den Services (z.B.

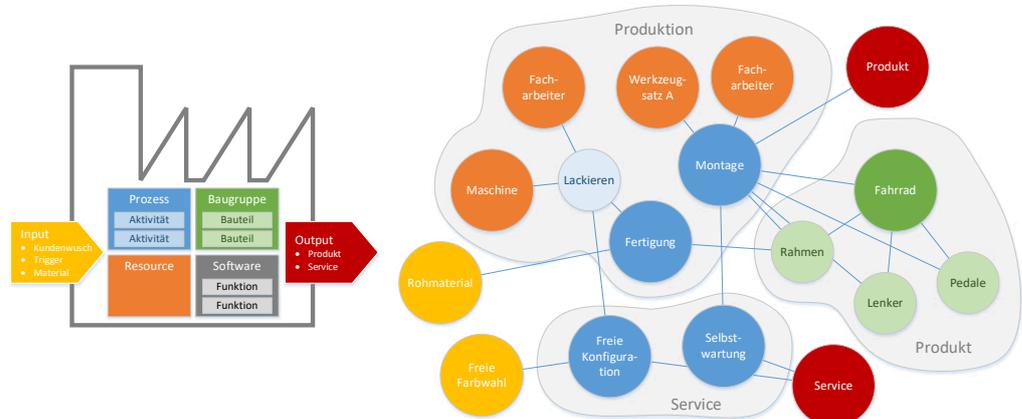


Abb. 2: Konzept Knotenklassen zur Beschreibung eines PSS in einer Graph-Datenbank und Beispielnetz

Mitarbeiterverfügbarkeit und Qualifikationslevel) des PSS in einem Modell verknüpft. Durch die Verknüpfung ist es möglich, Änderungen an Bauteilkomponenten und Services und deren Auswirkungen zu dokumentieren. Durch den Konfigurator können verschiedene Hardware und Services ausgewählt und die Service-Planung unterstützt werden. Dafür muss der Informationsaustausch über standardisierte Schnittstellen erfolgen (z.B. zu Softwaretools der Serviceentwicklung). Mögliche relevante Informationen für die Serviceentwicklung sind, Nachbarschaftsbeziehungen, Anzahl der Komponenten (z.B. Schrauben) und Zusatzinformationen wie Anziehdrehmomente. Die gemeinsame Datenbasis des angereicherten CAD-Modells bietet nicht nur eine gemeinsame Kommunikationsbasis, sondern garantiert auch Konsistenz und ermöglicht die Verwaltung der Konfiguration im PSS.

Die Kommunikation zwischen den am PSS beteiligten Akteuren und dem Datenmodell wird prototypisch durch eine GUI ermöglicht. Über diese kann die Auswahl der Konfiguration erfolgen, Informationen an Techniker übermittelt, aber vor allem auch die Übertragung der Informationen von der Dienstleistung an das Modell erfolgen. In Abbildung 3 sind die Kommunikationsfenster zu sehen.

Das gezeigte Beispiel für die Erweiterung von CAD-Modell Daten ist eine spezifische Lösung innerhalb der Produktentwicklung, um ein Mehrwert an Daten für z.B. die Serviceentwicklung zu liefern. Ein Konzept den

Datenaustausch über alle Entwicklungsbereiche zu betrachten und alle Verknüpfungen zwischen allen Themengebieten darzustellen, sind Graph-Datenbanken. Graph-Datenbanken bestehen aus Knoten und Kanten. Die Knoten stellen dabei Entitäten oder Instanzen dar. Die Kanten wiederum bilden die Beziehungen zwischen den Knoten ab. Mit Knoten für Aktivitäten, Prozesse, Bauteile Baugruppe, etc. lassen sich Produkte, ihre Produktion, Software und Services abbilden (Abbildung 2). CAD-Modelle lassen sich z.B. durch Knoten für Baugruppen und Bauteile in eine solche Graph-Datenbank überführen. Über Kanten werden z.B. die Anforderungen eines Knotens an einen anderen beschrieben. In Abbildung 3 ist ein Konzept für Knotenklassen gegeben, das zur Beschreibung eines PSS in einer Graph-Datenbank genutzt werden kann. Dies wird am Anwendungsbeispiel eines PSS mit dem Produktanteil Fahrrad verdeutlicht. Am Beispiel des externen Triggers der freien Farbwahl (unten-mitte) lässt sich gut die Verknüpfung bis zum Produkt verfolgen (oben-rechts). Der Trigger stößt einen Service an, der mit der Lackierung in der Fertigung verknüpft ist. Über den Prozess der Fertigung, dem Bauteil: Rahmen und der Montage wird die Verbindung zum Produkt hergestellt. Als Beispiel hat der Service der freien Konfigurierbarkeit Einfluss auf die Fertigung. Würde die Anzahl der möglichen Farben eingeschränkt, ist z.B. eine einfachere Lackierstraße ausreichend.

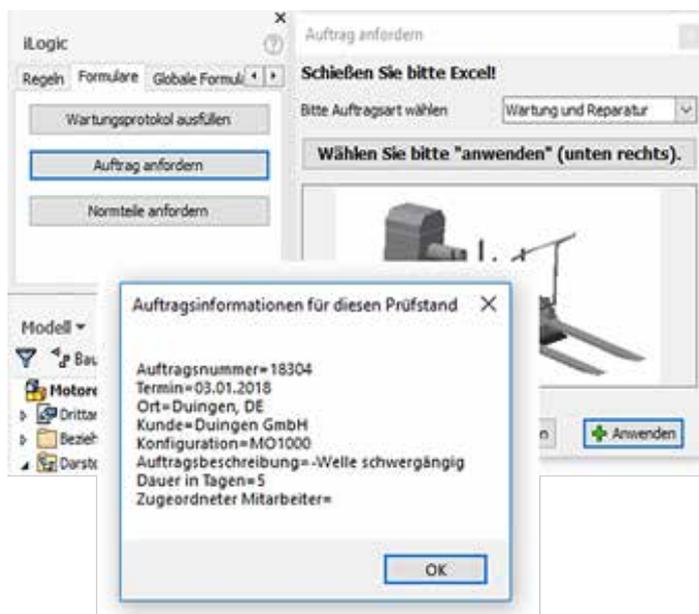


Abb. 3: Beispielhaftes Kommunikationsfenster



7

Software-gestützte Entwicklung und Umsetzung von hybriden Geschäftsmodellen

Trotz der Existenz zahlreicher Ansätze sowohl für die Erstellung innovativer Geschäftsmodelle als auch der Gestaltung von betrieblichen Abläufen (z. B. für die Beschreibung von Dienstleistungsprozessen), bleibt die Integration dieser häufig aus. Dabei werden Innovationspotenziale, die insbesondere in der Verknüpfung beider Ebenen liegen, nicht freigesetzt. Der vorliegende Beitrag stellt daher die SmartHybrid-Geschäftsmodellplattform vor, die mit der Integration von Werkzeugen für die Visualisierung und Analyse von Geschäfts- und Prozessmodellen das effiziente und flexible Ausgestalten neuartiger hybrider Leistungsbündel unterstützt.

Herausforderungen in der Geschäftsmodellentwicklung

Da die Konzeption, Entwicklung und Implementierung hybrider Geschäftsmodelle viele Unternehmen, insbesondere KMUs, vor große Herausforderungen stellen, werden Methoden und Werkzeuge benötigt, die diese Aufgaben unterstützen. Existierende Ansätze fokussieren häufig auf die Unterstützung einzelner Aktivitäten wie etwa die Visualisierung und Innovation von Geschäftsmodellen (z. B. mit der Business Model Canvas), die Entwicklung neuer Dienstleistungsangebote oder die formale Modellierung von Geschäftsprozessen (z. B. mit der BPMN 2.0). Die isolierte Betrachtung dieser Aktivitäten erschwert allerdings das gesamte Vorgehen, welches typischerweise von der abstrakten Ideenfindung für ein Geschäftsmodell bis zur Umsetzung dieser Ideen im operativen Alltag reicht.

Im Sinne der vorliegenden Ausgabe der SmartHybrid-Broschürenreihe soll daher im Folgenden zunächst aufgezeigt werden, wie konzeptionell die Verknüpfung von Geschäftsmodellen und den zugrundeliegenden Abläufen erfolgen kann, um darauf aufbauend zwei konkrete Softwarewerkzeuge aus dem Innovationsverbund integriert vorzustellen. Während in anderen Aufgabenbereichen wie der Produktentwicklung (z. B. CAD-Tools) oder der Kreativitätsforschung (z. B. Design Thinking) bereits gezeigt wurde, dass der Einsatz von Software zu einer enormen Steigerung der Nutzerperformanz beiträgt, sind vergleichbare Ansätze in der Geschäftsmodellentwicklung oder integrierende Ansätze über eine einzelne Aufgabe hinaus noch sehr rar. Ziel ist es mit einer IT-unterstützten Plattform einen wesentlichen Beitrag zur effizienten und flexiblen Ausgestaltung und Umsetzung neuer hybrider Leistungsbündel zu leisten.

Plattformbasierter Lösungsansatz

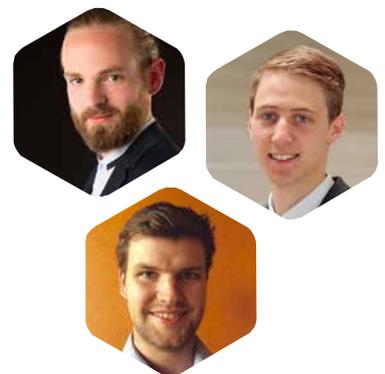
Auf der Plattform werden verschiedene Methoden und Werkzeuge bereitgestellt, die es nicht nur ermöglichen hybride Geschäftsideen zu konzipieren und zu entwickeln, sondern auch dazugehörige Dienstleistungen (z. B. Wartung, Instandhaltung und Beratung) und deren Erbringungsprozesse sowie Anforderungen an die Produktionsprozesse auszugestalten. Zwei wesentliche Richtungen werden in SmartHybrid bei der Verknüpfung der Geschäftsmodell- und Geschäftsprozessebenen berücksichtigt (vgl. Abb. 1):

- Zum einem Top-down, um von einem generalisierten Geschäftsmodell (semi-) automatisiert die unterliegenden Prozesse zu erzeugen (z. B. Detaillierung der Schlüsselaktivitäten).
- Zum anderen Bottom-up, um von konkreten Prozessen auf das Geschäftsmodell eines Unternehmens schließen zu können (z. B. benötigte Ressourcen zur Durchführung eines bestimmten Ablaufs müssen in der Geschäftsmodellplanung berücksichtigt werden).

Als Unterstützer kann insbesondere die Informations- und Kommunikationstechnologie angesehen werden, die sowohl ein wichtiger Treiber für neue Geschäftsmodelle als auch einen Ansatz zur verbesserten Visualisierung von betrieblichen Abläufen liefert.

SmartHybrid-Geschäftsmodellplattform

Diesem Konzept folgend, besteht die SmartHybrid-Plattform aus zwei integrierten Werkzeugen für die Ausgestaltung und Bewertung von Geschäfts- und Prozessmodellen (vgl. Abb. 2).



Dr. Thorsten Schoormann,
Simon Hagen,
Lucas Hüer

- Erhöhte Reflektion von Nachhaltigkeit in Geschäftsmodellen
- Verbesserte Abstimmung von Geschäftsmodellen und Geschäftsprozessen
- Erweiterte Analysemöglichkeiten für Geschäfts- und Prozessmodellen

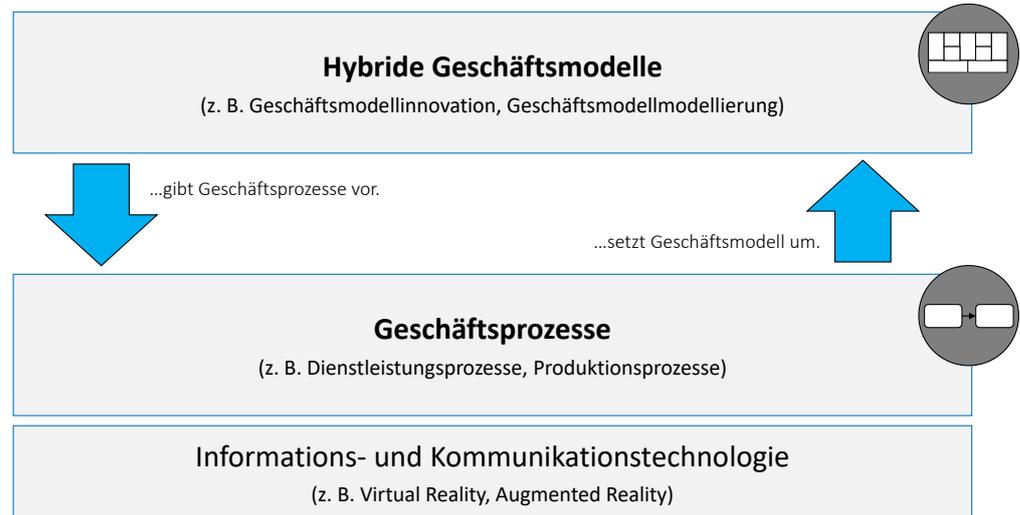


Abb. 1: Betrachtungsebenen im SmartHybrid-Ansatz

Für die Ebene der hybriden Geschäftsmodelle, werden in SmartHybrid softwarebasierte Werkzeuge konzipiert und implementiert, die Nutzerinnen und Nutzer bei der Strukturierung, Visualisierung und Bewertung neuer oder bestehender Geschäftsmodelle unterstützen (vgl. Abb. 2). Dabei wird auf in der Praxis und Wissenschaft etablierte Ansätze zurückgegriffen wie etwa die Business Model Canvas nach Osterwalder & Pigneur (Repräsentation von Geschäftsmodellen mit neun Komponenten: Nutzenversprechen, Partner, Ressourcen, Aktivitäten, Kundenbeziehungen, Vertrieb und Kundensegment sowie Kosten- und Einnahmestrukturen) oder die Verbesserung und Ideengenerierung mittels sogenannter Business Model Patterns (abstrakte Bereitstellung von wiederverwendbaren Kernelementen für Geschäftsmodelle zur Erleichterung des Entwicklungsvorgangs). Darüber hinaus, als eines der ersten Konzepte zur Unterstützung der kontinuierlichen Reflektion von Geschäftsmodellen hinsichtlich ökonomischer als auch ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit, sind u. a. folgende Funktionen implementiert:

- Anpassbarkeit der der Visualisierungsmethoden - Da bestehende Ansätze zur Modellierung von Geschäftsmodellen meist auf wirtschaftliche Fragestellungen fokussieren, bedarf es Anpassungen in den Methoden selbst, die das Repräsentieren von auch ökologischen und sozialen Aspekten erlauben. Im Werkzeug stehen daher Funktionen für die Adaptierbarkeit (z. B. Erweitern, Modifizieren, Verlinken und Anordnen) entsprechender Modellierungsansätze zur Verfügung.
- Orientierung mittels Leitfragen - Zur Unterstützung der vielfältigen Facetten

und Eigenschaften von Nachhaltigkeit sind verschiedene Leitfragen im Werkzeug implementiert, die sich etwa an den drei Nachhaltigkeitsstrategien (Effizienz, Konsistenz und Suffizienz) oder den 17 Sustainable Development Goals orientieren.

- Bewertung von Geschäftsmodellen - Ein essentieller Faktor für die Verbesserung bestehender Elemente und Geschäftsmodelle ist die Analyse dieser unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten. Hierzu können Projektteams im SmartHybrid-Editor gemeinsam positive und negative Bewertungen sammeln, die entsprechend aufsummiert und repräsentiert werden. Damit können positive sowie negative Elemente in der Modellierung sichtbar gemacht werden.
- Einnahmen verschiedener Perspektiven - Nachhaltigkeit ist ein multidimensionales Phänomen, wodurch bspw. die Bewertung von Geschäftsmodellen herausfordernd ist. Ein Weg diese Komplexität zu reduzieren ist das Einnehmen spezifischer Perspektiven auf Modelle wie etwa ökonomische, ökologische oder soziale Nachhaltigkeit. Dies ermöglicht es Nutzerinnen und Nutzern einzelne Elemente separat zu diskutieren und zu untersuchen.

Um die Informationen, der eher hoch abstrahierten Geschäftsmodellsicht, für die darunterliegenden Anwendungen und Aktivitäten wie etwa die Ausgestaltung der Dienstleistungserbringungsprozesse nutzbar zu machen, implementiert die SmartHybrid-Plattform verschiedene Verknüpfungsstrategien. Dazu kann bspw. auf der Ebene der Geschäftsprozesse auf eine Softwarelösung für die Gestaltung von Dienstleistung-

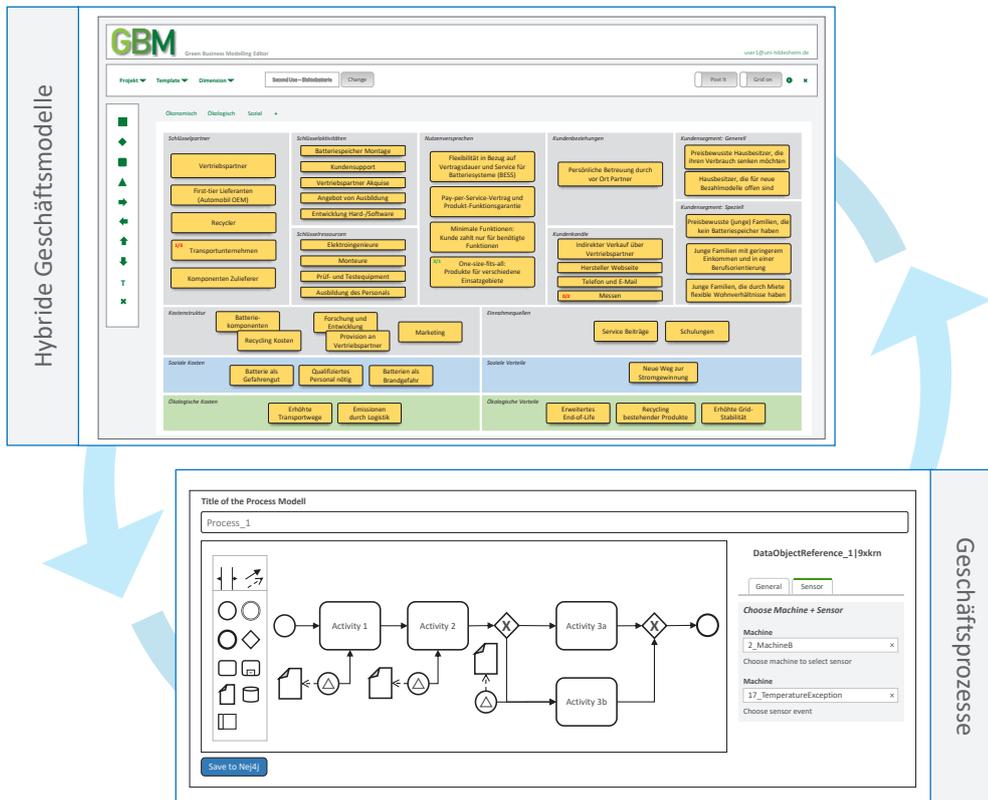
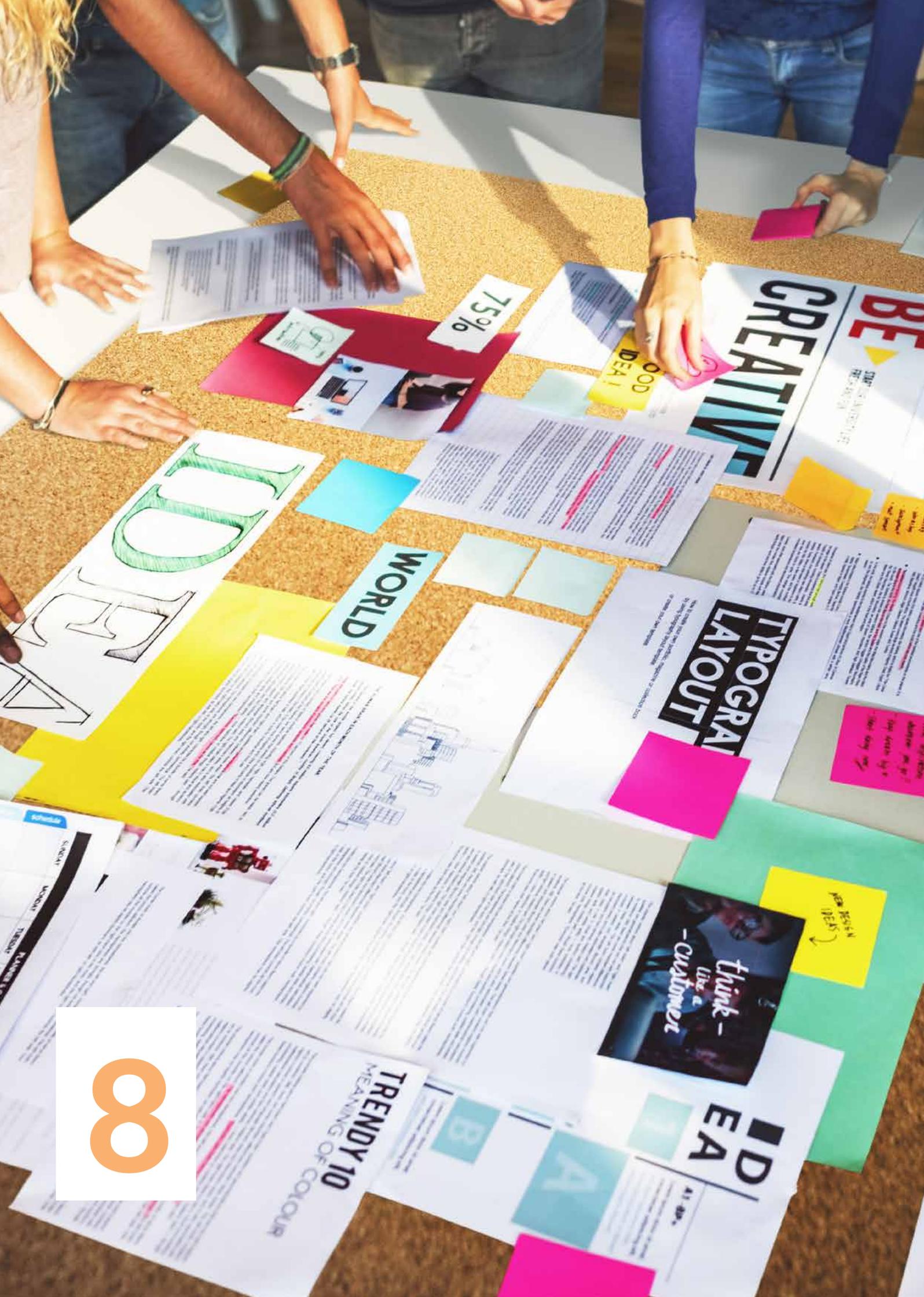


Abb. 2: Plattform zur Integration von Geschäftsmodellen und -prozessen

gen und deren Prozessen aufgebaut werden. Mittels Prozessmodellen können schließlich u. a. Schlüsselressourcen detailliert oder Schlüsselaktivitäten mit Prozessketten (hier BPMN 2.0) beschrieben werden. Dies erlaubt sowohl eine ausführliche Analyse als auch die Simulation dieser, wodurch wichtige Erkenntnisse für die Weiterentwicklung beider Ebenen gewonnen werden können. Durch die Zusammenführung beider Werkzeuge in einer integrierten Plattform, und der damit verbesserten Verknüpfung sowie Synchronisation dieser Ebenen, eröffnen sich neue Wege zur Analyse von Geschäfts- und Prozessmodellen. So können etwa Prozesse auf die spezifizierten Aspekte aus dem Geschäftsmodell überprüft oder die Umset-

zung der Geschäftsmodelle in operativen Abläufen überwacht werden. Vor allem auch aus Sicht der Nachhaltigkeit (d. h. ökonomische, ökologische und soziale Dimensionen) ist es von besonderer Bedeutung verschiedene Ebenen miteinander zu kombinieren, sodass bspw. mittels detaillierten Modellen Ressourcen sichtbar gemacht werden, die hohe Emissionen verursachen. Mit diesen Ergebnissen können wiederum fundamentale Anpassungen auf der Geschäftsmodellebene angestoßen werden. Die digitale Plattform wird derzeit in verschiedenen Szenarien wie bspw. im Kontext von Hybriden Leistungsbündeln für Elektro-Ladesäulen eingesetzt und erprobt.



BE
CREATIVE

75%

GOOD
DEAL

IDEA

WORLD

TYPOGRAPHY
LAYOUT

think -
like a
customer

TRENDY 10
MEANING OF COLOUR

IDEA

8

Kreativität Dokumentieren: Ideen für die Innovation von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen

In kreativen Projekten wird meist eine Vielfalt von Ideen und Prototypen für bspw. hybride Geschäftsmodelle, neuartige Dienstleistungen oder smarte Produkte erarbeitet und validiert. Das Dokumentieren und Offenlegen des gesamten Projektverlaufs sowie der zugrundeliegenden Design-Entscheidungen ist ein wesentlicher Bestandteil zur Verbesserung der kontinuierlichen Reflexion des eigentlichen Problems sowie der dafür entwickelten Lösungsansätze. Der vorliegende Beitrag widmet sich daher der IT-Unterstützung solcher kreativer und kollaborativer Projekte.

Die Rolle der Kreativität

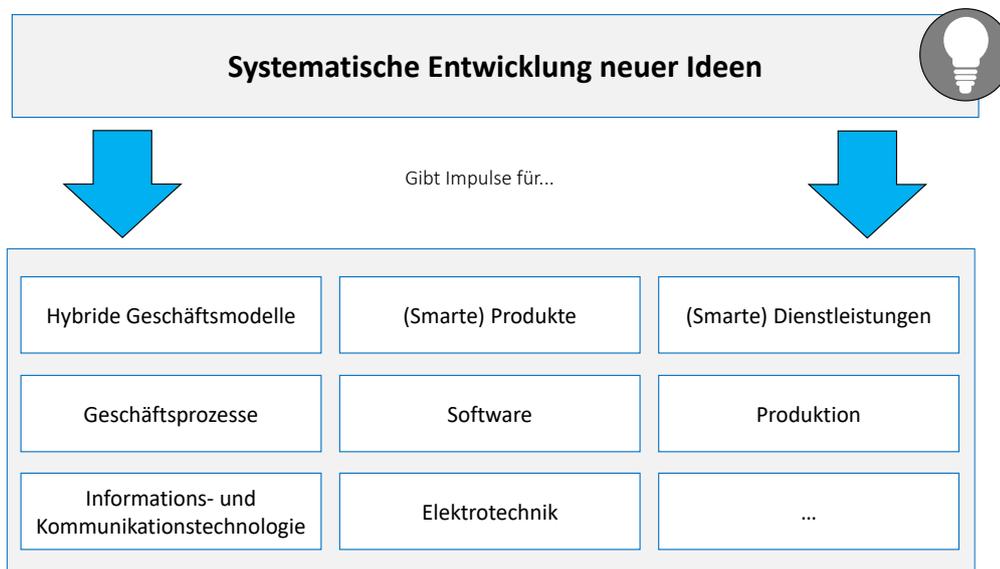
In einem zunehmend digitalisierten und globalisierten Markt, sind Innovationen und Kreativität für Unternehmen zentrale Faktoren zur Sicherstellung der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit geworden. Innovationen können dabei sowohl auf der Seite des Leistungsangebots selbst (z. B. neue Geschäftsmodelle, Dienstleistungen oder Produkte) als auch auf der Seite der Entwicklung dieser Angebote (z. B. Prozesse in der Produktion oder Dienstleistungserbringung) auftreten (vgl. Abb. 1). Unabhängig welche Art von Innovation forciert wird, sind neuartige Ideen meist weniger das Resultat eines „Geistesblitzes“ einer einzelnen Person, sondern vielmehr das Resultat eines systematisierten und kollaborativen Prozesses, in dem die Ideen sowohl innerhalb als auch außerhalb einer Organisation wie etwa mit dem Kunden gemeinsam reflektiert werden.

Verzwickte Vorgehen in kreativen Projekten

Zur Förderung von Kreativität kann auf zahlreiche iterative Vorgehensmodelle wie das weit verbreitete Design Thinking zurückgegriffen werden, das bereits in vielen Bereichen und über disziplinäre Grenzen wie etwa im Gesundheitsbereich, Bankenwesen oder der Produktgestaltung hinweg etabliert hat. Typischerweise werden dabei Aktivitäten von der Problemdefinition, über die Lösungsdefinition bis hin zur Implementierung im Wechsel ausgeübt (z. B. HPI 2019). Während sich eine Vielzahl von (Praxis-)Ansätzen und Literatur mit Richtlinien für den Ablauf und für die Auswahl geeigneter Methoden befasst, werden nur wenige Ansätze für die Dokumentation solcher Projekte diskutiert oder gar bereitgestellt. Dabei ist die Dokumentation von solchen Projekten enorm wichtig, um etwa Aspekte wie die



Dr. Thorsten Schoormann



- Orientierung mittels systematischer Vorgehen zur Entwicklung neuer Ideen
- Dokumentation und Reflexion des Design Thinking-Prozesses
- IT-Unterstützung für Design Thinking-Projekte

Abb. 1: Relevanz von Kreativität in SmartHybrid

Standardisierung eines Projektes, die Reflexion bestehender Resultate und die Offenlegung von Design-Entscheidungen zu unterstützen. Insbesondere das iterative (und teilweise sprunghafte) Vorgehen sorgt jedoch für große Komplexität hinsichtlich einer kontinuierlichen und nachvollziehbaren Projektdokumentation.

IT-unterstützte Dokumentation von Design Thinking-Projekten

Für die Ebene der hybriden Geschäftsmodelle, werden in SmartHybrid softwarebasierte Werkzeuge konzipiert und implementiert, die Nutzerinnen und Nutzer bei der Strukturierung, Visualisierung und Bewertung neuer oder bestehender Geschäftsmodelle unterstützen (vgl. Abb. 2 oben). Dabei wird auf in der Praxis und Wissenschaft etablierte Ansätze zurückgegriffen wie etwa die Business Model Canvas nach Osterwalder & Pigneur (Repräsentation von Geschäftsmodellen mit neun Komponenten: Nutzenversprechen, Partner, Ressourcen, Aktivitäten, Kundenbeziehungen, Vertrieb und Kundensegment sowie Kosten- und Einnahmestrukturen) oder die Verbesserung und Ideengenerierung mittels sogenannter Business Model Patterns (abstrakte Bereitstellung von wiederverwendbaren Kernelementen für Geschäftsmodelle zur Erleichterung des Entwicklungsvorgangs). Darüber hinaus, als eines der ersten Konzepte zur Unterstützung der kontinuierlichen Reflexion von Geschäftsmodellen hinsichtlich ökonomischer als auch ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit (Schoormann et al. 2018), sind u a. folgende Funktionen implementiert:

- Anpassbarkeit der der Visualisierungsmethoden - Da bestehende Ansätze zur Modellierung von Geschäftsmodellen meist auf wirtschaftliche Fragestellungen fokussieren, bedarf es Anpassungen in den Methoden selbst, die das Repräsentieren von auch ökologischen und sozialen Aspekten erlauben. Im Werkzeug stehen daher Funktionen für die Adaptierbarkeit (z B. Erweitern, Modifizieren, Verlinken und Anordnen, Schoormann et al. 2016) entsprechender Modellierungsansätze zur Verfügung.
- Orientierung mittels Leitfragen - Zur Unterstützung der vielfältigen Facetten und Eigenschaften von Nachhaltigkeit sind verschiedene Leitfragen im Werkzeug implementiert, die sich etwa an den drei Nachhaltigkeitsstrategien (Effizienz, Konsistenz und Suffizienz) oder den 17 Sustainable Development Goals orientieren.
- Bewertung von Geschäftsmodellen - Ein essentieller Faktor für die Verbesserung bestehender Elemente und Geschäftsmodelle ist die Analyse dieser unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten. Hierzu können Projektteams im SmartHybrid-Editor gemeinsam positive und negative Bewertungen sammeln, die entsprechend aufsummiert und repräsentiert werden. Damit können positive sowie negative Elemente in der Modellierung sichtbar gemacht werden.
- Einnahmen verschiedener Perspektiven - Nachhaltigkeit ist ein multidimensionales Phänomen, wodurch bspw. die Bewertung von Geschäftsmodellen herausfordernd ist. Ein Weg diese Komplexität zu reduzieren ist das Einnehmen

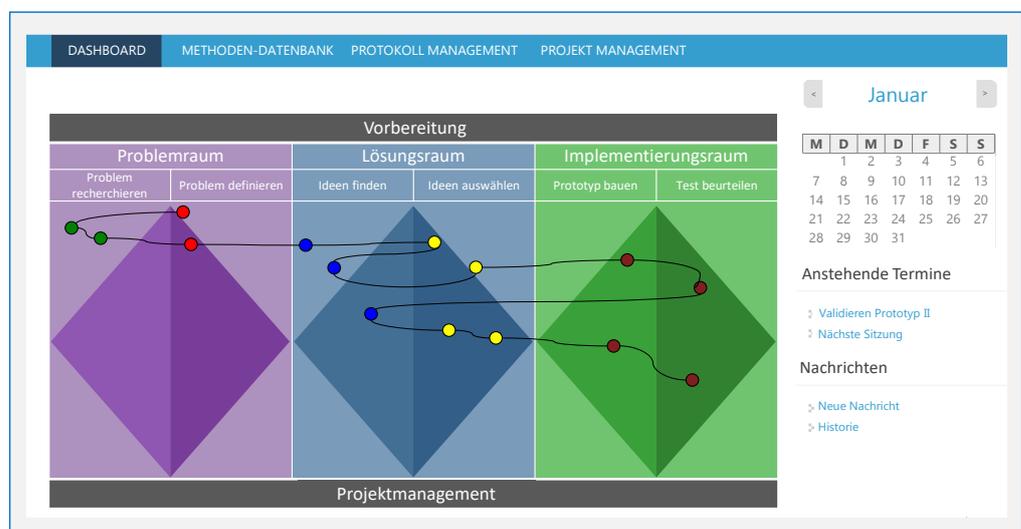


Abb. 2: Softwarewerkzeug für Design Thinking-Dokumentationen

spezifischer Perspektiven auf Modelle wie etwa ökonomische, ökologische oder soziale Nachhaltigkeit. Dies ermöglicht es Nutzerinnen und Nutzern einzelne Elemente separat zu diskutieren und zu untersuchen. In Teams arbeiten

- Innovation ist meist nicht das Ergebnis einzelner Personen, sondern ein kollaborativer Prozess. Daher wurden direkt verschiedene Funktionen im Werkzeug implementiert wie bspw. ein Projektwiki, ein Forum und ein Chat, die es erlauben stets Informationen und Erfahrungen innerhalb einer Gruppe auszutauschen. Ein permanenter Austausch kann zur Reflektion von Entscheidungen und Ergebnissen beitragen, was in nachfolgenden Iterationen zur Stärkung oder zur Anpassung dieser führen kann.

Geeignete Methoden auswählen

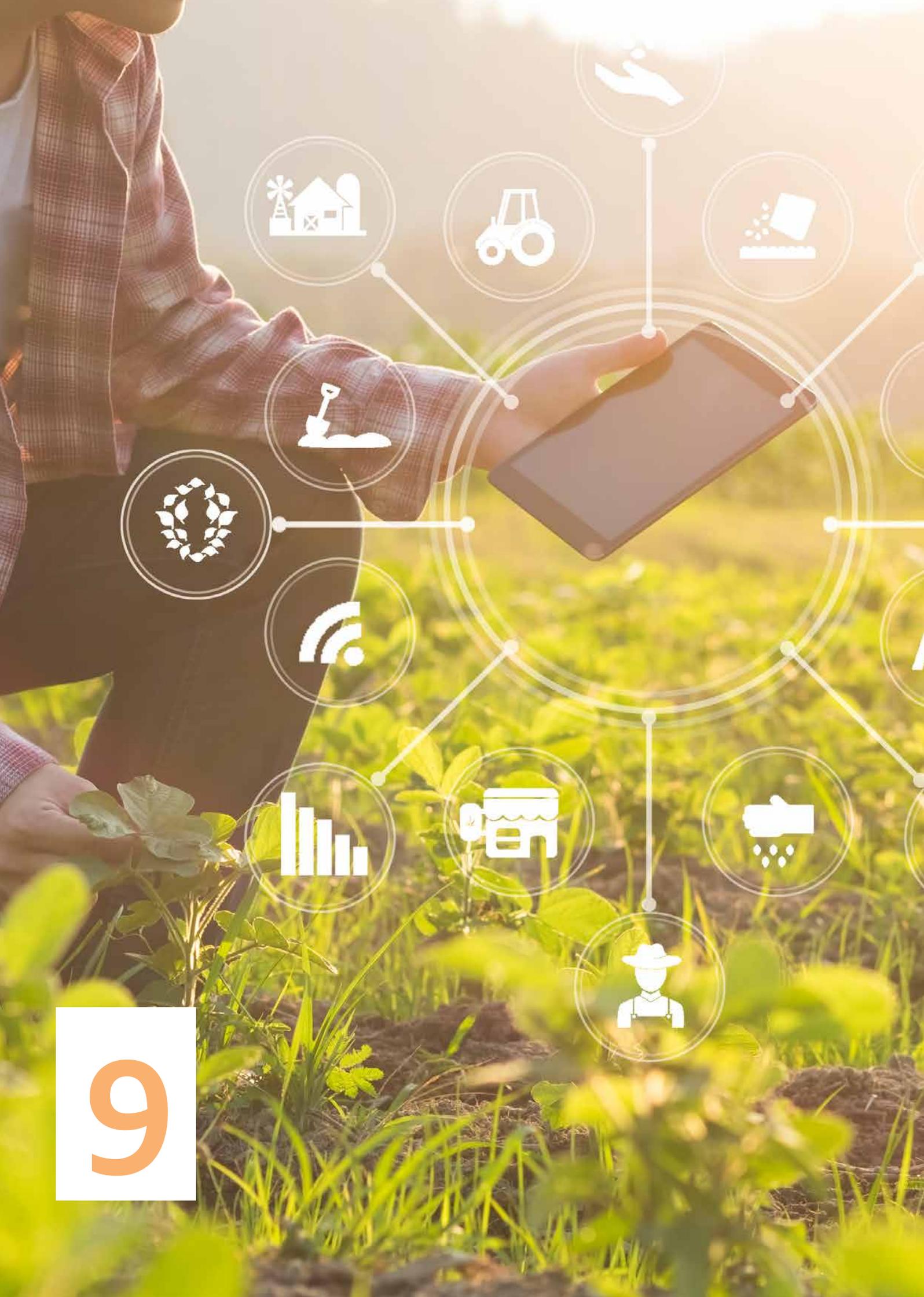
Eine weitere große Herausforderung für viele Design Thinking-Teams ist das Zurechtfinden im „Kreativität-Methoden-Dschungel“.

Um dies zu erleichtern, wird eine Methodendatenbank zur Verfügung gestellt, in der dem Vorgehensmodell geeignete Methoden und Kreativitätstechniken zugeordnet sind. Zusätzlich wird jede der Methoden näher beschrieben und mit Beispielen aus früheren Projekten angereichert.

Anwendung in Design Thinking-Projekten

Insgesamt ist nach einigen Praxisanwendungen des Werkzeuges festzustellen, dass sich vor allem positive Effekte hinsichtlich der Kommunikation und Kollaboration innerhalb der Teams ergeben. So konnte etwa mittels der implementierten Aufgabenverteilung parallel an einigen Aktivitäten gearbeitet oder Diskussionen und Reflektionen zielgerichtet anhand des aktuellen Projektfortschrittes durchgeführt werden.

In den nächsten Schritten folgen, mit den SmartHybrid-Praxispartnern, weitere Erprobungen in realen Umgebungen und Anwendungsfällen.



9

Potenziale und Herausforderungen der ökologischen Bewertung von Lösungsangeboten

Produkt-Service-Systeme besitzen ein großes Potenzial zur Reduzierung der Umweltwirkungen durch Dematerialisierung und Kreislaufführung von Produkten. Jedoch kann es durch übermäßigen Verschleiß und Mehrnutzung auch zu gegenläufigen Effekten kommen. Dieser Beitrag zeigt auf, welche Stellhebel die Umweltwirkungen von Produkt-Service-Systemen beeinflussen können, und was es bei einer quantitativen Bewertung dieser Wirkung mittels Ökobilanzierung zu beachten gilt.

Problemstellung und Zielsetzung

Produkt-Service-Systeme (PSS) haben das Potenzial, geringere Umweltwirkungen zu verursachen als klassische, produktbasierte Geschäftsmodelle ohne Dienstleistungsanteil (vgl. Beitrag 7). Ob dieses Potenzial ausgeschöpft werden kann, hängt von einer Reihe von Faktoren ab, beispielsweise davon, in welcher Form das PSS ausgestaltet ist, und ob mögliche negative Wirkungen bereits in der Gestaltungsphase antizipiert werden. Für die Bewertung von Umweltwirkungen eignet sich grundsätzlich die etablierte Methodik der Ökobilanzierung nach ISO 14040 [1]. Diese umfasst die Schritte Zieldefinition, Festlegung des Bewertungsrahmens, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Interpretation.

Im Vergleich zur Bilanz von Produkten ergeben sich bei PSS einige zusätzliche Herausforderungen, welche bei der Erstellung der Bilanz zu berücksichtigen sind. Im Folgenden wird dargestellt, auf Grund welcher kausalen Zusammenhänge sich PSS als ökologisch vorteilhaft erweisen können, und welche gegenläufigen Effekte diesen Vorteil kompensieren können. Darauf folgt eine Erläuterung der Herausforderungen bei der ökologischen Bewertung von PSS, einschließlich der Nennung geeigneter Lösungsansätze. Abschließend werden diese Ansätze in Form eines schrittweisen Vorgehens zusammengefasst.

Stellhebel zur Reduzierung der Umweltwirkungen durch PSS

Einen wesentlichen Einfluss auf die Umweltwirkungen eines PSS hat das zugrundeliegende Geschäftsmodell. Nach Tukker lassen sich drei Kategorien differenzieren: produkt-, nutzungs- und ergebnisorientierte Geschäftsmodelle. Nachfolgend sind diese kurz erläutert:

- **Produktorientiert:** Das Geschäftsmodell ist weiterhin auf den Verkauf von Produkten ausgerichtet. Dienstleistungen werden ergänzend angeboten (z.B. Diebstahlversicherung für ein Handy).
- **Nutzungsorientiert:** Das Produkt nimmt weiterhin die zentrale Rolle ein, bleibt aber Eigentum des PSS Anbieters. Oftmals findet eine geteilte Nutzung durch mehrere Kunden statt (z.B. Elektroroller-Vermietung).
- **Ergebnisorientiert:** Kunde und Anbieter einigen sich auf ein Ergebnis. Es existiert kein von vorneherein festgelegtes Produkt (z.B. Servicevertrag eines Unternehmens mit Druck-Dienstleistungsanbieter, Bezahlung nach Anzahl gedruckter Seiten).

Das größte Potenzial zur Reduzierung von Umweltwirkungen weisen ergebnisorientierte PSS auf. Sie stellen eine unmittelbare Verbindung zwischen dem Kundenmehrwert und dem finanziellen Gegenwert her. Daraus ergibt sich die höchste Übereinstimmung von Wertschöpfungsprozessen und resultierenden Umweltwirkungen. Weiterhin bietet die Ergebnisorientierung Anbietern die größtmögliche Freiheit bei der Ausgestaltung des PSS, und damit die Möglichkeit, einen geringen Ressourceneinsatz und geringe Umweltemissionen pro erzielter Wertschöpfungseinheit zu erzielen.

Allgemein unterstützen folgende positive Wirkzusammenhänge (vgl. Abbildung 1) die ökologische Vorteilhaftigkeit eines PSS (nicht beschränkt auf ergebnisorientierte PSS):

- **Erhöhung der Nutzungsintensität:** Ein Produkt wird durch mehrere Nutzer, häufiger und/oder intensiver genutzt – es müssen weniger Produkte hergestellt werden, um die gleiche Leistung zu erzielen.



Malte Schäfer,
Dr. Mark Mennenga

- *Vor allem ergebnisorientierte Produkt-Service Systeme (Kunden zahlen für die erbrachte Leistung) bieten großes Potenzial für ökologische Vorteile*
- *Umweltwirkungen, welche durch Dienstleistungen entstehen, werden bei der Ökobilanz häufig vernachlässigt*
- *Die Berücksichtigung von qualitativen Aspekten der Leistungserbringung stellt die Vergleichbarkeit der zu bewertenden Alternativen sicher*

- Verlängerung der Produktlebensdauer: Es bestehen finanzielle Anreize, das Produkt zu reparieren, es aufzuarbeiten oder Teile davon wiederzuverwenden – weniger neue Produkte müssen hergestellt werden.
- Optimierung der Produktnutzung: PSS Anbieter geben Nutzern Tipps, wie sie das Produkt optimal nutzen, wodurch bspw. der Verschleiß oder Energieverbrauch sinkt.
- Alternative Form der Leistungsbereitstellung: PSS Anbieter finden eine alternative Art der technischen Umsetzung, welche die gleiche Funktion erfüllt (z.B. Transport per Lastenfahrrad statt PKW).

Demgegenüber stehen folgende negative Wirkzusammenhänge:

- Erhöhter Verschleiß: Als Folge von Nutzungsintensivierung, insbesondere bei einer Vielzahl von Nutzern, ist eine überproportional hohe Abnutzung zu beobachten (Beispiel: Bikesharing, Carsharing).
- Rebound-Effekt („Jevons Paradoxon“): Auf Grund von Kosteneinsparungen durch die PSS Nutzung nehmen Kunden mehr Leistung in Anspruch, wodurch et-

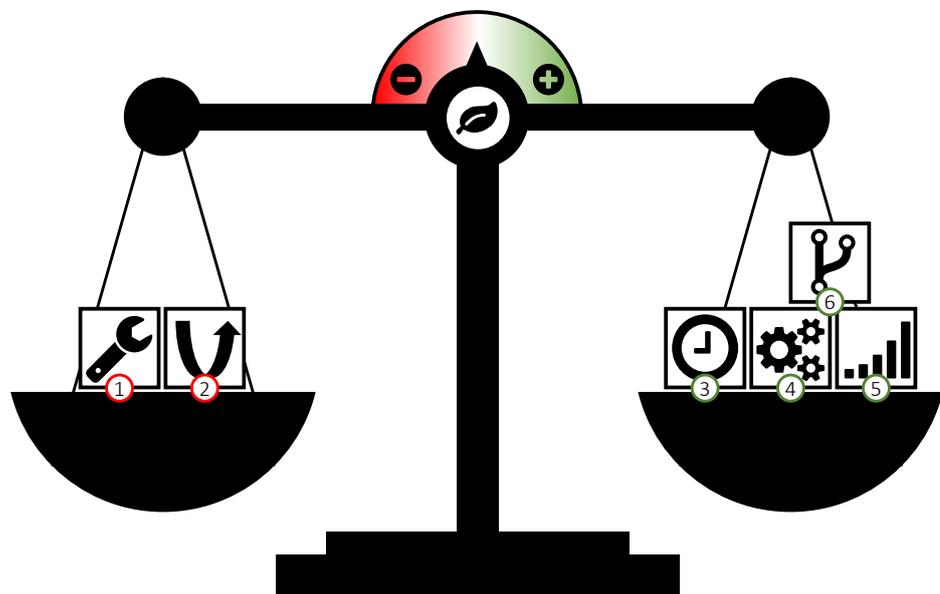
waige Effizienzvorteile (über-)kompensiert werden (Beispiel: steigende Anzahl an gedruckten Seiten durch sinkende Druckkosten).

Bei der Konzipierung von PSS ist daher aus ökologischer Perspektive darauf zu achten, die genannten Vorteile gezielt auszunutzen und Nachteile zu antizipieren.

Die ökologische Lebensweganalyse („Life Cycle Assessment“, LCA) nach ISO 14040 stellt die am weitesten verbreitete und entwickelte Methodik zur Quantifizierung der Umweltwirkungen durch Produkte dar. Sie lässt sich grundsätzlich auch auf PSS anwenden. Es gilt dabei jedoch einige PSS-spezifische Herausforderungen zu berücksichtigen. Diese betreffen vor allem die folgenden drei Aspekte:

- Funktionelle Einheit
- Referenzsystem
- Systemgrenzen

Die funktionelle Einheit dient als Basis für den Vergleich verschiedener Produktsysteme und beschreibt die primäre Funktion, welche dieses System erfüllt. Leitfragen können dabei helfen, die funktionelle Einheit möglichst konkret zu spezifizieren (z.B. „Was?“, „Wo?“,



- ① Erhöhter Verschleiß
- ② Rebound Effekt

- ③ Verlängerte Lebensdauer
- ④ Optimierte Produktnutzung
- ⑤ Erhöhte Nutzungsintensität
- ⑥ Alternative Form der Leistungsbereitstellung

Abb. 1: Ökologische Vor- und Nachteile von Produkt-Service-Systemen

„Wie?“, „Wie lange?“). Die funktionelle Einheit für eine Lichtquelle könnte beispielsweise lauten: „Bereitstellung von diffusem, weißem Licht der Helligkeit 300 Lumen über eine Betriebsdauer von 10 000 h“. Entscheidend ist, dass die funktionelle Einheit unabhängig von der technischen Umsetzung formuliert wird (z.B. für eine Lichtquelle: Kerze, Glühwendel, Leuchtstoffröhre).

Eine Herausforderung bei der Formulierung der funktionellen Einheit eines PSS ergibt sich aus der zunehmenden Bedeutung von „weichen“, nicht quantifizierbaren Faktoren, welche für den Kunden zunehmend wichtig sind, jedoch kaum in Zahlen ausgedrückt werden können. Bei der Bewertung sind diese Faktoren mit in die Definition der funktionellen Einheit aufzunehmen und präzise zu beschreiben, um Gleichwertigkeit der betrachteten Alternativen zu gewährleisten (z.B. „Bereitstellung von diffusem, weißem Licht der Helligkeit 300 Lumen über eine Betriebsdauer von 10 000 h, Ermöglichung der berührungslosen Aktivierung der Lichtquelle, automatische Anpassung an Umgebungslichtbedingungen, kostenloser Kundensupport für Störungsfälle, Lieferung und Installation enthalten“).

Der bereits genannte Rebound Effekt stellt eine weitere Herausforderung für die Ökobilanzierung von PSS dar. Orientiert sich beispielsweise die funktionelle Einheit eines Ridehailing-Dienstes (z.B. Uber) an der typischerweise jährlich per PKW zurückgelegten Distanz einer Person (z.B. 15 000 km), könnte diese „15 000 Personen-km“ lauten. Dabei würde jedoch vernachlässigt, dass die Person durch die Nutzung des Dienstes im Vergleich zum Fahrzeugbesitz eventuell Geld spart, und in Folge dessen mehr Kilometer zurücklegt. Eine höhere ökologische Effizienz (funktionelle Einheit pro Umweltwirkungseinheit) würde durch die gesteigerte Inanspruchnahme des Dienstes zunichtegemacht. Diesem Umstand kann durch eine Umformulierung der funktionellen Einheit begegnet werden, welche Rebound Effekte miteinschließt. Für das genannte Beispiel könnte diese daher z.B. „Mobilitätsaktivität einer Person in einem Jahr“ lauten.

Als Referenzsystem bezeichnet man dasjenige System, mit dem ein Produktsystem oder PSS bezüglich der damit zusammenhängenden Umweltwirkungen verglichen wird. Bei der Erstellung einer Ökobilanz eines PSS ergeben sich nach Kjaer et al. drei typische Fälle:

- PSS Verbesserung: Ein Aspekt eines PSS wurde verändert, und nun sollen die Umweltwirkungen des neuen, veränderten PSS im Vergleich zu dem ursprünglichen

PSS bewertet werden.

- PSS Vergleich: Zwei verschiedene PSS werden miteinander verglichen.
- PSS Konsequenzen: Ein Produkt wird durch ein PSS ersetzt, und es soll ermittelt werden, welche Veränderungen mit der Einführung des PSS im Vergleich zu dem Ausgangsprodukt einhergehen.

Im Rahmen einer vergleichenden Ökobilanz ist die Auswahl des passenden Referenzsystems erforderlich. Im ersten Fall stellt das Referenzsystem das ursprüngliche PSS in seiner Ausgangsform dar, im zweiten Fall das Alternativ-PSS, und im dritten Fall beschreibt das Referenzsystem das ursprüngliche Produkt, welches durch ein PSS ersetzt wird.

Im engen Zusammenhang mit der funktionellen Einheit und dem Referenzsystem steht die Festlegung der Systemgrenzen, welche das bei der Ökobilanzierung zu betrachtende System von der Umgebung trennt. Man unterscheidet üblicherweise zwei Arten von Systemen:

- Vordergrundsystem: Es befindet sich innerhalb des Einflussbereiches der entsprechenden Akteure, so dass Entscheidungen getroffen werden können, welche die Umweltwirkungen des Systems verändern. Das Vordergrundsystem ist für jedes der betrachteten Alternativen verschieden. Beispiel: Fertigungsanlagen eines produzierenden Betriebs.
- Hintergrundsystem: Es befindet sich außerhalb des Einflussbereiches der entsprechenden Akteure, so dass deren Entscheidungen keinen Einfluss auf die Umweltwirkungen des Systems haben. Das Hintergrundsystem ist für jedes der betrachteten Alternativen identisch. Beispiel: System zur Bereitstellung elektrischer Energie für einen produzierenden Betrieb.

Die mit PSS einhergehenden zusätzlichen Dienstleistungen nehmen oftmals zusätzliche Systeme in Anspruch, welche beim Vergleich mit Produkten berücksichtigt werden müssen, um eine Äquivalenz zu gewährleisten. Oft ist unklar, bei welchen Dienstleistungssystemen es sich um Vordergrund-, und bei welchen um Hintergrundsysteme handelt. In der Praxis werden die Umweltwirkungen durch diese Systeme – insbesondere jene mit einem sehr indirekten Produktbezug (z.B. Finanzdienstleistungen, Versicherungen) – häufig vernachlässigt. Die Erweiterung der Systemgrenzen bietet hier eine Möglichkeit, Dienstleistungsaspekte im Vordergrundsystem sowohl für das PSS als

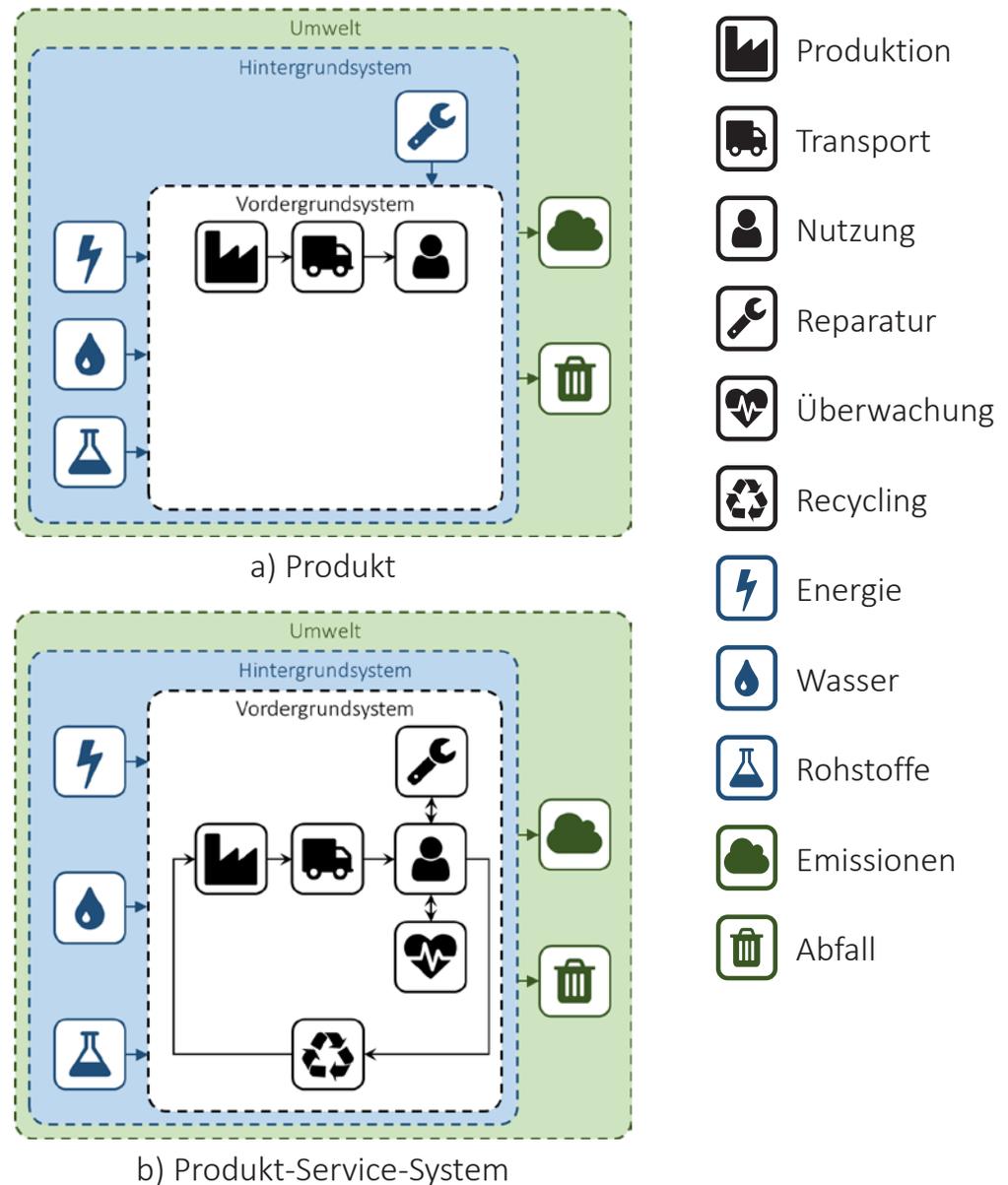


Abb. 2: Beispielhafte Systemgrenzen für die Ökobilanz eines Produktes (a) und eines Produkt-Service Systems (b)

auch für das Referenzsystem abzubilden. Eine Herausforderung bei der Durchführung einer LCA gilt gleichermaßen für Produkte wie für PSS. Für ein belastbares Ergebnis, auf dessen Basis fundierte Entscheidungen getroffen werden können, sind valide Daten über das zu bewertende System notwendig. Diese sind jedoch in der frühen Konzeptphase, in der noch wegweisende Entscheidungen getroffen werden können, meist nicht verfügbar. Daher ist der angemessene Umgang mit Unsicherheiten bei der Ökobilanzierung essenziell, z.B. indem die Schwankungsbreite oder Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ergebnisse angemessen kommuniziert wird. Es besteht außerdem die Möglichkeit, eine sog. „Screening LCA“ Methodik für PSS zu adaptieren. Sie sind speziell für Produkte/Technologien entwickelt worden, die sich in einem frühen Entwicklungsstadium be-

finden, und berücksichtigen die lückenhafte Datenlage zu diesem Zeitpunkt. Weiterhin bietet sich ein iteratives Vorgehen an, bei dem mit fortschreitendem Entwicklungsstand des PSS wiederholt eine Ökobilanz durchgeführt wird, welche zunehmend an Aussagekraft gewinnt. Solches Vorgehen ist beispielsweise im Rahmen des LiSET Frameworks zur Durchführung einer Screening LCA vorgesehen.

Schrittweises Vorgehen zur Ökobilanzierung von PSS

Nachfolgend sind die zuvor beschriebenen Lösungsansätze in Form eines schrittweisen Vorgehens zur Durchführung einer LCA für PSS zusammengefasst:

1. Machen Sie sich mit der ISO 14040 vertraut
2. Legen Sie die zu bewertenden PSS-/Produktalternativen fest (z.B. PSS_1 – PSS_2, PSS_neu – PSS_alt, PSS – Produkt)
3. Definieren Sie die funktionelle Einheit
 - a. Stellen Sie die Gleichwertigkeit zwischen Alternativen sicher (PSS oft mit mehr qualitativen Aspekten)
 - b. Erweitern sie ggf. die funktionelle Einheit, um Rebound Effekte einzuschließen
4. Legen Sie die Systemgrenzen so fest, dass alle Aspekte der funktionellen Einheit in Dienstleistungssystemen abgebildet werden, welche im Vordergrundsystem enthalten sind (für beide/alle zu bewertenden Alternativen)
5. Führen Sie eine LCA gemäß ISO 14040 durch (Ziele und Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung, Interpretation)
6. Antizipieren Sie die Herausforderungen bei der frühzeitigen Abschätzung von Umweltwirkungen in der Entwicklungsphase:
 - a. Kommunizieren Sie Unsicherheiten
 - b. Adaptieren Sie eine Screening LCA Methodik
 - c. Wählen Sie ein iteratives Vorgehen von PSS-Entwicklung und -bewertung

Fazit

Produkt-Service-Systeme können, wenn sie richtig ausgelegt werden, reduzierte Umweltwirkungen zur Folge haben. Das größte Potenzial haben dabei ergebnisorientierte PSS, hier gilt es jedoch Sekundäreffekte wie erhöhten Verschleiß sowie Mehrnutzung zu berücksichtigen. Die Bewertung von PSS mittels einer Ökobilanz ist grundsätzlich vergleichbar mit der Bewertung von konventionellen Produkten, es ist jedoch eine Anpassung der Methodik notwendig. Dies kann durch die Wahl einer geeigneten funktionellen Einheit erfolgen, sowie durch das Festlegen passender Systemgrenzen. Ein transparentes Vorgehen bei der Ökobilanzierung, insbesondere im Umgang mit Unsicherheiten und Variabilitäten, erhöht die Akzeptanz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.

Ergänzende Literatur

Welche Faktoren beeinflussen interdisziplinäre Kollaboration?

What are hybrid development methods made of?: an evidence-based characterization.

Tell, P., Klünder, J., Küpper, S., Raffo, D., MacDonell, S. G., Münch, J., ... & Kuhrmann, M. (2019, May)
In Proceedings of the International Conference on Software and System Processes (pp. 105-114). IEEE Press.

Catching up with method and process practice: An industry-informed baseline for researchers.

Klünder, J., Hebig, R., Tell, P., Kuhrmann, M., Nakatumba-Nabende, J., Heldal, R., ... & Küpper, S. (2019, May)
In Proceedings of the 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice (pp. 255-264). IEEE Press.

Is There a Blueprint for Building an Agile Culture?. In Vorgehensmodelle (pp. 111-128).

Küpper, S., Kuhrmann, M., Wiatrok, M., Andelfinger, U., & Rausch, A. (2017)

Mit etablierten Vorgehen zum individuellen Erfolg: Entwicklungskomplexität adaptiv beherrschen

Vorgehensmodelle des Product-Service Systems Engineering

Gräßle M, Thomas O, Dollmann T (2010)

In: Thomas O, Loos P, Nüttgens M (eds) Hybride Wertschöpfung. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp 82–129

Closing the Gap Between Research and Practice – A Study on the Usage of Service Engineering Development Methods in German Enterprises

Hagen S, Jannaber S, Thomas O (2018a)

In: Satzger G, Patricio L, Zaki M, et al. (eds) Exploring Service Science - 9th International Conference (IESS 2018). Springer International Publishing, Karlsruhe, Germany, pp 59–71

Adapting Product-Service System Methods for the Digital Era: Requirements for Smart PSS Engineering

Hagen S, Kammler F, Thomas O (2018b)

In: Hankammer S, Nielsen K, Piller FT, et al. (eds) Customization 4.0: Proceedings of the 9th World Mass Customization & Personalization Conference. Springer International Publishing AG, Aachen, Germany (IN PRINT), pp 87–99

Product-Service Systems: Konstruktion und Anwendung einer Entwicklungsmethodik

Thomas O, Walter P, Loos P (2008)

Wirtschaftsinformatik 50:208–219. doi: 10.1365/s11576-008-0048-7

Vom konventionellen Hersteller zum datengetriebenen Wertschöpfer

Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions.

Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., Kim, B. H., Do Noh, S. (2016):

International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology, 3(1), S. 111-128.

Environmental Sustainability of Cyber Physical Production Systems

Thiede, S. (2018)

Procedia CIRP 2018, 69, S. 644 – 649.

Architecture and development approach for integrated Cyber-Physical Production-Service Systems (CPPSS)

Mennenga, M.; Rogall, C.; Yang, C.-J.; Wölper, J.; Herrmann, C.; Thiede, S. (2020)

CIRP Procedia (zum Review eingereicht für die 27. CIRP Conference on Life Cycle Engineering)

Software-gestützte Entwicklung und Umsetzung von hybriden Geschäftsmodellen

The noblest way to learn Wisdom is by Reflection: Designing Software Tools for Reflecting Sustainability in Business Models.

Schoormann, T., Behrens, D. und Knackstedt, R. (2018)

In: Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS), San Francisco, USA.

Kreativität Dokumentieren: Ideen für die Innovation von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen

„Ich weiß was ihr letzte Sitzung getan habt“ – Entwicklung und Anwendung eines Softwarewerkzeuges zur Dokumentation von Design Thinking-Projekten.

Hofer, Schoormann, Kortum und Knackstedt (2019)

HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Springer.

Potenziale und Herausforderungen der ökologischen Bewertung von Lösungsangeboten

DIN EN ISO, "DIN EN ISO 14040 - Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen," 2006.

A. Tukker, "Eight Types of Product –Service System: Eight Ways to Sustainability? Experiences from Suspronet," Bus. Strateg. Environ., vol. 13, pp. 246–260, 2004.

Challenges when evaluating Product/Service-Systems through Life Cycle Assessment

L. L. Kjaer, A. Pagoropoulos, J. H. Schmidt, and T. C. McAloone

J. Clean. Prod., vol. 120, pp. 95–104, 2016.

Joint Framework for Product Service Systems and Life Cycle Management

C. Herrmann, K. Kuntzky, M. Mennenga, and M. Royer-torney

In: Conference Proceedings IPS2 2010 – 2nd CIRP International Conference on Industrial Product Service Systems, 2010.

Publikationen

2019

Towards a Framework for Predictive Maintenance Strategies in Mechanical Engineering: A Comparative Literature Review

Autoren: N. Wiedemann, F. Kammler, A. Varwig, O. Thomas
Proceedings of Wirtschaftsinformatik (WI), Siegen, Deutschland

Scrutinizing the Design Specifications of Smart Products: A Practical Evaluation in Yachting

Autoren: F. Kammler, D.H. Kemmerich, J. Brinker, O. Thomas
Proceedings of the European Conference on Information Systems, Stockholm, Schweden

Leveraging the Value of Data-Driven Service Systems in Manufacturing: A Graph-Based Approach

Autoren: F. Kammler, S. Hagen, J. Brinker, O. Thomas
Proceedings of the European Conference on Information Systems, Stockholm, Schweden

How do we Support Technical Tasks in the Age of Augmented Reality? Some Evidence from Prototyping in Mechanical Engineering

Autoren: F. Kammler, J. Brinker, J. Vogel, O. Thomas
Proceedings of the International Conference on Information Systems, München, Deutschland

Kunden- und Kontextabhängige Konfiguration Smarter Produkte: Digitales Potenzial jenseits physischer Grenzen?

Autoren: F. Kammler, P. C. Gembarski, J. Brinker, O. Thomas, R. Lachmayer
HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik

Der Hybride Wertschöpfer Niedersachsen

Autoren: O. Thomas, S. Hagen, N. Zarvic, F. Kammler
ZWIRN-Tagung, Burg Warberg, Deutschland

Discovering Blockchain for Sustainable Product-Service Systems to enhance the Circular Economy

Autoren: J. Vogel, S. Hagen, O. Thomas
Proceedings of Wirtschaftsinformatik (WI), Siegen, Deutschland

Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter: ein Graph-basierter Entwicklungsansatz

Autoren: S. Hagen, J. Brinker, P. C. Gembarski, R. Lachmayer, O. Thomas
HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik

Der CO₂-Kompass: Konzeption und Entwicklung eines Tools zur emissionsarmen Stromnutzung

Autoren: L. Hüer, N. Stadie, S. Hagen, O. Thomas, H.-J. & Pfisterer
INFORMATIK 2019, Kassel, Deutschland

Expectations vs. Reality – Benefits of Smart Services in the Field of Tension between Industry and Science

Autoren: S. Hagen, O. Thomas
Proceedings of Wirtschaftsinformatik (WI), Siegen, Deutschland

How Software Promotes the Integration of Sustainability in Business Process Management

Autoren: M. Stadtländer, T. Schoormann, R. Knackstedt
Proceedings of Wirtschaftsinformatik (WI), Siegen, Deutschland

Software tools for business model innovation: current state and future challenges

Autoren: D. Szopinski, T. Schoormann, T. John, R. Knackstedt, D. Kundisch
Electronic markets

The Meaning of Solution Space Modelling and Knowledge-Based Product Configurators for Smart Service Systems

Autor: P. C. Gembarski

Proceedings of 40th Anniversary International Conference on Information Systems Architecture and Technology (ISAT 2019)

„Ich weiß was ihr letzte Sitzung getan habt“ – Entwicklung und Anwendung eines Softwarewerkzeuges zur Dokumentation von Design Thinking-Projekten

Autoren: J. Hofer, R. Schoormann, J. Kortum, R. Knackstedt

HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik

2018

„Are we talking about the same thing?“ Analyzing Effects of Mass Customization and Product-Service Systems on Sustainability.

Autoren: P. C. Gembarski, D. Schreiber, T. Schoormann, R. Knackstedt, R. Lachmayer

Proceedings of the 8th International Conference on Mass Customization and Personalization - Community of Europe (MCP - CE 2018), Novi Sad, Serbien, 19.09.-21.09.2018

The Noblest Way to Learn Wisdom is by Reflection: Designing Software Tools for Reflecting Sustainability in Business Models

Autoren: T. Schoormann, D. Behrens, R. Knackstedt

Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS), San Francisco, USA

Towards an Integrated Approach for Modelling Product- Service Systems: Status Quo and Future Challenges

Autoren: S. Hagen, T. Schoormann, S. Jannaber, R. Knackstedt, O. Thomas

Eds: C. Czarnecki, C. Brockmann, E. Sultanow, A. Koschmider, A. Selzer
Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), Bonn, Deutschland (S. 59-71)

Impacts of product-service systems on sustainability - a structured literature review

Autoren: L. Hüer, S. Hagen, O. Thomas, H.-J. Pfisterer

Procedia cirp 73 (S. 228-234)

Towards practical applicability of Service Engineering: A literature review as starting point for SE method design

Autoren: S. Hagen, S. Jannaber, O. Thomas

9th international workshop on enterprise modeling and information systems architectures (emisa) 2017 (S. 90-94)

Digital Transformation in Information Systems Research: A Taxonomy-based Approach to Structure the Field

Autoren: K. Kutzner, T. Schoormann, R. Knackstedt

Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS), Portsmouth, Vereinigtes Königreich

Design Principles for Leveraging Sustainability in Business Modelling Tools

Autoren: T. Schoormann, D. Behrens, R. Knackstedt

Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS), Portsmouth, Vereinigtes Königreich

Adapting Product-Service System Methods for the Digital Era: Requirements for Smart PSS Engineering

Autoren: S. Hagen, F. Kammler, O. Thomas

Customization 4.0: proceedings of the 9th world mass customization & personalization conference (S. 87-99)

Modelling Product-Service Systems : An Empirical Analysis of Requirements From a Process-oriented Perspective

Autoren: S. Hagen, T. Schoormann, S. Jannaber, R. Knackstedt, O. Thomas

Multikonferenz wirtschaftsinformatik (MKWI) 2018 , Lüneburg, Deutschland (S. 1485-1496)

Kontakte

Service Engineering

Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik (IMWI)

Universität Osnabrück

www.imwi.uni-osnabrueck.de



Prof. Dr. Oliver Thomas
Projektleitung

oliver.thomas@uos.de
+49 541 969-6232



Dr. Friedemann Kammler
Koordinator des
Innovationsverbunds

friedemann.kammler@uos.de
+49 541 969-4301



Simon Hagen
Operative Leitung

simon.hagen@uos.de
+49 541 969-4040

Production Engineering

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)

TU Braunschweig

www.tu-braunschweig.de/iwf



Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann
Projektleitung

c.herrmann@tu-braunschweig.de
+49 531 391-7149



Dr.-Ing. Mark Mennenga
Leiter System of Systems
Engineering

m.mennenga@tu-braunschweig.de
+49 531 391-7150



Christopher Rogall
Operative Leitung

c.rogall@tu-braunschweig.de
+49 531 391-7647



Malte Schäfer
Projektmitarbeiter

malte.schaefer@tu-braunschweig.de
+49 531 391-7650

Process Engineering

Fachgebiet Informationssysteme und Unternehmensmodellierung (ISUM)

Stiftung Universität Hildesheim

www.uni-hildesheim.de/ISUM



Prof. Dr. Ralf Knackstedt
Projektleitung

ralf.knackstedt@uni-hildesheim.de
+49 5121 883-40602



Dr. Thorsten Schoormann
Operative Leitung

thorsten.schoormann@uni-hildesheim.de
+49 5121 883-40606

Product Engineering

Institut für Produktentwicklung und Gerätebau (IPeG)
Leibniz Universität Hannover
www.ipeg.uni-hannover.de



Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer
Projektleitung
lachmayer@ipeg.uni-hannover.de
+49 511 762-3471



Daniel Kloock-Schreiber
Operative Leitung
schreiber@ipeg.uni-hannover.de
+49 511 762-5362



Dr.-Ing. Paul Christoph Gembarski
Leitung System Engineering
gembarski@ipeg.uni-hannover.de
+49 511 762-5361

Electrical Engineering

Laborbereich Elektrische Energietechnik
Hochschule Osnabrück
www.kea-nds.de



Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Pfisterer
Projektleitung
j.pfisterer@hs-osnabrueck.de
+49 541 969-3664



Lucas Hüer
Operative Leitung
l.hueer@hs-osnabrueck.de
+49 541 969-7292

Software Engineering

Fachgebiet Software Systems Engineering (SSE)
TU Clausthal
www.sse-world.de



Prof. Dr. Andreas Rausch
Projektleitung
rausch@in.tu-clausthal.de
+49 5323 727-177



Steffen Küpper
Operative Leitung
steffen.kuepper@tu-clausthal.de
+49 5323 728-245

Assoziierte Partner



Netzwerk Partner



Der Innovationsverbund SmarHybrid wird durch das Ministerium für Wissenschaft und Kultur mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in der Förderperiode 2014 – 2020 in der Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Innovationen durch Hochschulen und Forschungseinrichtungen gefördert.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



SmarHybrid c/o

Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik
Universität Osnabrück
Parkstraße 40
49080 Osnabrück

+49 541 969-4301
info@smarthybrid.digital

www.smarthybrid.digital

