



# SmartHybrid

Oliver Thomas (Hrsg.)

## Hybride Wertschöpfung für Niedersachsen

### Innovative Anwendungsbeispiele

Arbeitsbericht Nr. 3 des niedersächsischen  
Innovationsverbunds SmartHybrid  
Januar 2020



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

## 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](mailto: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.; Hüer, L.; Fischer, H.; Hagen, S. (2020): Mit dem CO2-Kompass zu intelligenten Leistungsbündeln in der Energiewirtschaft, In: Thomas, O. (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 3 des niedersächsischen Innovationsverbunds SmartHybrid - Hybride Wertschöpfung für Niedersachsen - Innovative Anwendungsbeispiele, Osnabrück, Living Lab BPM e.V., S. 7-10.

Redaktion: Friedemann Kammler, Simon Hagen

Bilder: Adobe Stock: Mike Mareen (S. 7), teksomolika (S. 15), Jakub Jirasak (S. 19), peshkova (S. 23), jeffy1139 (S. 27), AndSus (S. 31), VadimGuzhva (S. 35) newrossosh (S. 45), Muff-K STUDIO (S. 49), kasto (S. 56), PLAN.CONCEPT Architekten GmbH (S. 11), BeSu Solutions GmbH (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 © 2020 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](http://www.living-lab-bpm.de)

# Erfolgsgeschichten

Liebe Leserinnen und Leser,

Das dritte Jahr im niedersächsischen Innovationsverbund SmartHybrid zeigt die praktischen Früchte eines wissenschaftlichen Auftrags. Der Verbund nahm die Arbeit im Jahr 2017 auf und verfolgte das erste Arbeitsziel, bislang getrennte Perspektiven auf die hybride Wertschöpfung zu verbinden. Das Anliegen wurde durch den ersten Teil unserer Broschürenreihe dokumentiert, welche die verschiedenen Herausforderungen aufzeigt, die Gegenstand der Arbeit des Verbunds wurden. Im weiteren Verlauf erarbeitete der Innovationsverbund gemeinsam mit seinen Partnern aus der niedersächsischen Wirtschaft Methoden und Modelle, die einerseits bestehendes Wissen zur Leistungsbündelung effektiv in Anwendungen bringen sollen, andererseits die Grenzen der Gestaltung durch die Integration der Einzelperspektiven konsequent erweitern. Über die Ergebnisse dieses Prozesses wurde im zweiten Teil der Broschürenreihe berichtet, der Methoden und Modelle zur Leistungsbündelung vorstellt und damit das zweite Arbeitsziel adressiert: Die Bereitstellung eines Werkzeugkastens an integrierten Methoden.

Unser dritter Broschürenteil berichtet nun über erfolgreiche Fälle, die das entwickelte Wissen in die Anwendung gebracht haben. In 12 Einzelberichten erklären Autoren unterschiedlicher Disziplinen, wie bestehende Geschäftsmodelle transformiert und Unternehmen branchenübergreifend zu Lösungsanbietern weiterentwickelt werden können. Der Verbund berichtet damit über die Erarbeitung seines dritten Arbeitsziels: der Verbreitung innovativer Geschäftsmodelle in der niedersächsischen Wirtschaft sowie Anwendungen, die zur Aus- und Weiterbildung zukünftiger Arbeitnehmer im Themengebiet beitragen. In diesem Sinne schließt die vorliegende Broschüre die Reihe der Arbeitsberichte aus dem Innovationsverbund mit „Erfolgsgeschichten“ ab und demonstriert die effektive Nutzung der hybriden Wertschöpfung. Wir hoffen, dass durch die Lektüre Anreize und Ideen entstehen, wie das Prinzip zukünftig auch in weiteren und ganz neuen Umfeldern gewinnbringend eingesetzt werden kann.



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 Werkzeuges (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**

Der Lehrstuhl „Software Systems Engineering (SSE)“ der TU Clausthal von Prof. Dr. Andreas Rausch adressiert als Projektpartner des Innovationsverbunds die Perspektive des Software Engineerings.

# Inhaltsverzeichnis

1

## Mit dem CO<sub>2</sub>-Kompass zu intelligenten Leistungsbündeln in der Energiewirtschaft, S. 7

Lucas Hüer, Dr. Helge Fischer, Simon Hagen

*Die Vorteile der regenerativen Energiegewinnung können nur dann zum Tragen kommen, wenn die Stromnutzung von elektrischen Verbrauchern zeitlich an die Stromerzeugung angepasst wird. Mit Hilfe des CO<sub>2</sub>-Kompass und seiner transparenten Darstellung des Strommix ist eine solche Steuerung der Verbraucher möglich.*

2

## Photovoltaik-Carports als innovatives Lösungssystem für die Elektromobilität, S. 11

Lucas Hüer

*PV-Carports bieten eine vielversprechende Methode, um Ladestationen mit dezentralen erneuerbaren Energiequellen zu kombinieren und so die Elektromobilität voranzubringen. Allerdings erfordert die Konnektivität aller Systemteile eine Reihe von zugänglichen Dienstleistungen.*

3

## Energieversorgung-as-a-Service: Die mobile Ladesäule, S. 15

Lucas Hüer, Simon Hagen

*Innovative Ansätze für leichtere, flexiblere und effizientere Ladevorgänge sind essentiell um Elektromobilität massentauglicher zu gestalten. Denn Verbraucher können nur mobil bleiben, wenn es genügend Lademöglichkeiten gibt. Um kurzfristige, lokale Engpässe in der Ladeinfrastruktur auszugleichen, wurde eine mobile Ladesäule entwickelt.*

4

## Prozessorientierte Gestaltung von Geschäftsmodellen: Anwendung eines digitalen Werkzeugs in der Elektromobilität, S. 19

Dr. Thorsten Schoormann, Lucas Hüer, Simon Hagen, Tim Richter (Compra GmbH)

*Das Entwickeln innovativer und nachhaltiger Mobilitätskonzepte stellt uns vor große Herausforderungen. Um diesen zu begegnen berichtet der Beitrag von einem Szenario, in dem unter der Anwendung von SmartHybrid-Werkzeugen hybride Leistungsbündel für E-Ladesäulen entwickelt und validiert wurden.*

5

## Die InES-Plattform: Mit Kreativität zu innovativen Start-Ups, S. 23

Dr. Thorsten Schoormann, Achim Mauruschat (HI-Cube GmbH), Sebastian Sieloff

*Digitale Technologien eröffnen nicht nur neue Möglichkeiten zum Anbieten innovativer Geschäftsmodelle und hybrider Leistungsangebote, sondern können auch den Entwicklungsprozess dieser verbessern. Der vorliegende Anwendungsfall berichtet daher von einer Innovationsplattform, die den Gründungsprozess von Start-Ups unterstützt.*

6

## Toolbasiertes Konfigurations- und Flottenmanagement für ein Heißgetränk-PSS, S. 27

Daniel Kloock-Schreiber, Dr. Paul Gembarski

*Vorstellung eines Tools zur Unterstützung beim Aufbau eines PSS auf Basis einfach verfügbarer Software. Das Tool bietet Hilfe bei der Konfiguration von verschiedenen PSS und zeigt die Möglichkeit eines Flottenmanagement sowie der Datenanalyse gesammelter Produkt und Flotteninformationen.*

7

### **Zu innovativen Dienstleistungen durch Ideen-Workshops: Anwendung für ein automatisiertes Thermostat, S. 31**

Daniel Kloock-Schreiber, Christoph Berger (Vilisto GmbH), Dr. Paul Gembarski

*Der Beitrag stellt einen Workshop für die Erarbeitung von Konzeptideen für datenbasierte Dienstleistungen vor, um so produktbasierte Angebote zu erweitern. Dieser wurde mit dem Projektpartner vilisto durchgeführt und es wurden Dienstleistungen zur Erweiterung eines digitalen Heizkörperthermostats erarbeitet.*

8

### **Hybride Leistungsbündel für den 3D-Druck: Konzeption eines Cyber-physischen Produktionssystems, S. 35**

Malte Schäfer, Christopher Rogall, Dr. Thorsten Schoormann, Dr. Mark Mennenga

*Um die Potentiale hybrider Leistungsbündel zu erschließen und Nachteile zu vermeiden, ist die Vorteilhaftigkeit verschiedener Leistungsbündel-Arten bereits in deren Konzeptionierung systematisch zu untersuchen. Am Beispiel eines 3D-Druckers wird aufgezeigt, wie eine solche Konzeptionierung unter Berücksichtigung von ökologischen Aspekten erfolgreich gelingen kann.*

9

### **PSS-Plan - Spielbasierte Vermittlung von Produkt-Service Systemen für KMU, S.41**

Dr. Stefan Böhme (BeSu Solutions), Christopher Rogall, Malte Schäfer, Dr. Mark Mennenga

*Um klein- und mittelständischen Unternehmen den Einstieg in die Anwendbarkeit und zahlreichen Umsetzungsmöglichkeiten von Produkt-Service-Systemen (PSS) zu erleichtern, wurde das Planspiel PSS-Plan entwickelt. PSS-Plan bietet die interaktive und spielerische Vermittlung von Kompetenzen und gibt Impulse zur selbstständigen Einführung in das Thema PSS.*

10

### **Der digitale Zwilling: Datenbasierte Innovationen für die Landwirtschaft, S.45**

Simon Hagen, Jonas Brinker (DFKI GmbH), Jannis Vogel

*Im Rahmen eines einjährigen Studenten-Projektes ist in Kooperation mit einem Praxispartner ein Digitaler Zwilling entstanden, der als eine virtuelle Echtzeit-Repräsentation eines realen Objektes verstanden werden kann und das Objekt dafür in der Virtuellen Realität (VR) visualisiert.*

11

### **Neue Lösungsangebote durch informationsbasierte Verknüpfung: Anwendung am Beispiel eines Getriebes, S. 49**

Simon Hagen, Daniel Kloock-Schreiber, Dr. Friedemann Kammler, Andre Bertke (DFKI GmbH)

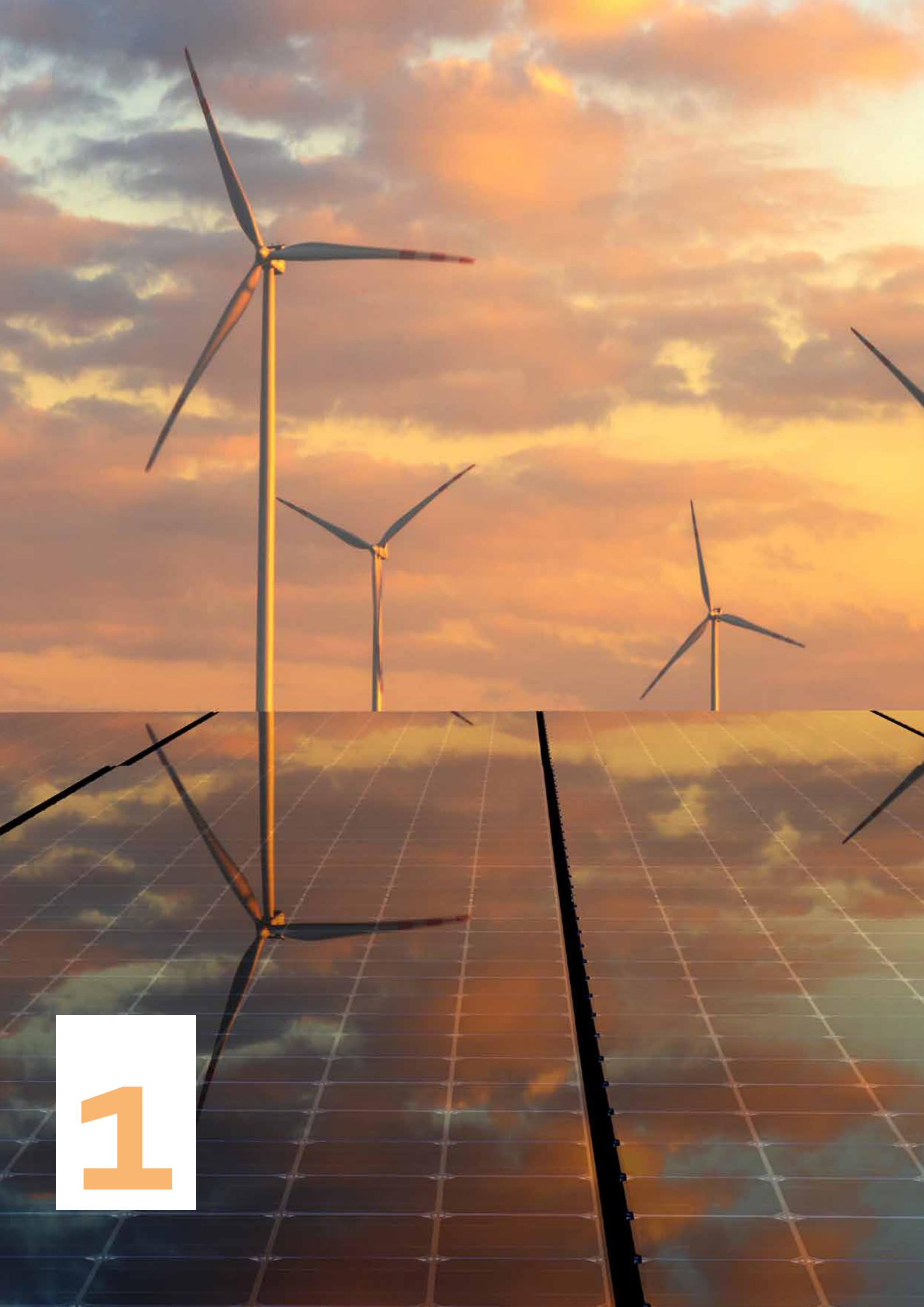
*Die Integration von physischem Produkt und Dienstleistungsangeboten in einem gemeinsamen Geschäftsmodell kann durch einen gezielten Technologieeinsatz vielschichtige Nutzenpotentiale bieten, was im vorliegenden Beitrag exemplarisch an einem Getriebe demonstriert wird.*

12

### **Unternehmensinterne Leuchtturmprojekte als Treiber der hybriden Wertschöpfung, S. 55**

Steffen Küpper, Dr. Helge Fischer, Dr. Thorsten Schoormann, Simon Hagen

*Leuchtturmprojekte können KMU unterstützen, innovative PSS zu entwickeln und gleichzeitig fehlendes anwendungsfremdes Fachwissen aufzubauen. In 3-Phasen werden auf Basis existierender Systeme der KMU neue Ideen und Prototypen entwickelt sowie dazu zwingend benötigte Kompetenzen erworben. Vor, die kreative und kollaborative Projekte unterstützt.*



1



# Mit dem CO<sub>2</sub>-Kompass zu intelligenten Leistungsbündeln in der Energiewirtschaft

Um sowohl Privathaushalten wie auch Unternehmen innovative Lösungen für eine emissionsärmere Stromnutzung zu bieten, wurde die Software des CO<sub>2</sub>-Kompass entwickelt. Die Möglichkeit verschiedene Geräte mit dem Tool zu verbinden, macht den CO<sub>2</sub>-Kompass aus energiewirtschaftlicher Sicht zu einem wichtigen Steuerelement für die hybride Wertschöpfung. Anbieter können ihren umweltbewussten Kunden ökologische, emissionsärmere Alternativen zur klassischen Gerätenutzung anbieten.

## Emissionsarme Stromnutzung durch Einsatz des CO<sub>2</sub>-Kompass

Um die Vorteile regenerativer Energien stärker nutzen zu können ist es hilfreich die Stromnutzung von elektrischen Verbrauchern zeitlich an die tatsächliche Energieerzeugung anzupassen. Dadurch können elektrische Verbraucher zu jenen Zeitpunkten genutzt werden, an denen der regenerative Anteil der Stromgewinnung besonders hoch ist. Hierfür wurde die Software des CO<sub>2</sub>-Kompass entwickelt, welche die Zusammensetzung der Stromerzeugung und die einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzeichnet und zudem in der Lage ist, Prognosen über zukünftige CO<sub>2</sub>-Emissionen des Strommix zu geben. Somit ist es möglich, nicht nur preisgetrieben, sondern auch emissionsabhängig Verbrauchsentscheidungen zu treffen. Mit diesen Informationen lassen sich die Nutzung von Haushaltsgeräten und von energieintensiver Hardware wie zum Beispiel Wärmepumpen, Klimaanlage oder Produktionsmaschinen koppeln, um deren Energieverbrauch auf die Zeiten mit den niedrigsten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu legen. Über geeignete Schnittstellen wäre ebenfalls eine

Anbindung von IoT-Devices denkbar, die sowohl zur Steuerung der Verbraucher als auch zur Rückspeisung von Verbrauchsdaten in den CO<sub>2</sub>-Kompass dienen können. Die Software wird mit einem Energiezähler des Kunden verbunden, um einen „CO<sub>2</sub>-Zähler“ zu erhalten, mit dem aktuelle Emissionen einzelner Verbraucher dargestellt werden können. Zudem kann über ein Interface die optimale Gerätenutzung für die nächsten 24 Stunden angezeigt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Vorhersage schon möglich, es fehlt also noch die benutzerfreundliche Anzeige über das Smartphone oder ein anderes Display. An einer solchen Anzeige und an der Kopplung zwischen Software und Geräten, arbeitet momentan ein 10-köpfiges Projektteam mit elektrotechnischem und informationstechnischem Sachverständnis.

## Der CO<sub>2</sub>-Kompass – Struktur des Softwaretools zur emissionsarmen Stromnutzung

Um sowohl Privathaushalten wie auch Unternehmen innovative Lösungen für eine emissionsärmere Stromnutzung von elektrischen Verbrauchern zu bieten, wurde der CO<sub>2</sub>-Kompass nach der Erhebung von An-



Lucas Hüer,  
Dr. Helge Fischer,  
Simon Hagen

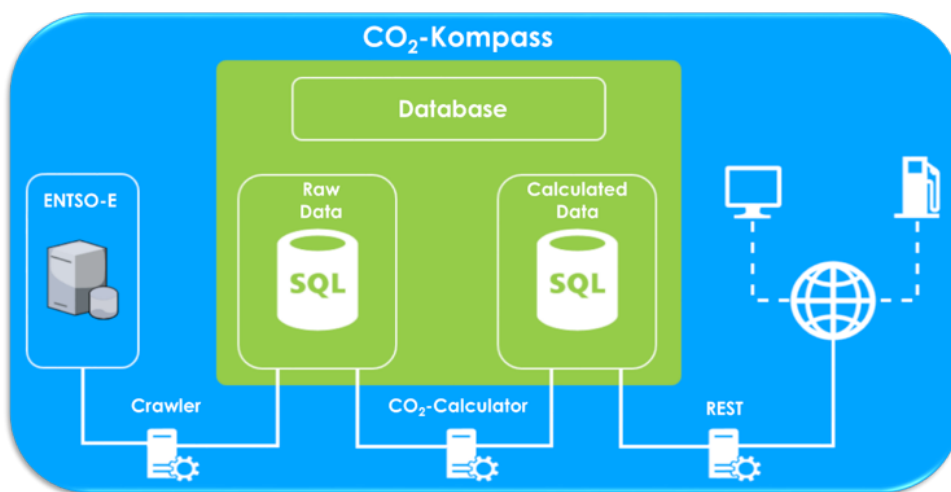


Abb. 1.: Struktur des CO<sub>2</sub>-Kompasses (Hüer et al., 2019)

- Der CO<sub>2</sub>-Kompass bietet emissionsärmere Alternativen zur klassischen Gerätenutzung
- Genutzt wird das Prinzip Sektorenkopplung als holistischer Ansatz zur Dekarbonisierung
- Kundengetriebene Geschäftsmodelle durch ökologisch nachhaltigen Stromverbrauch

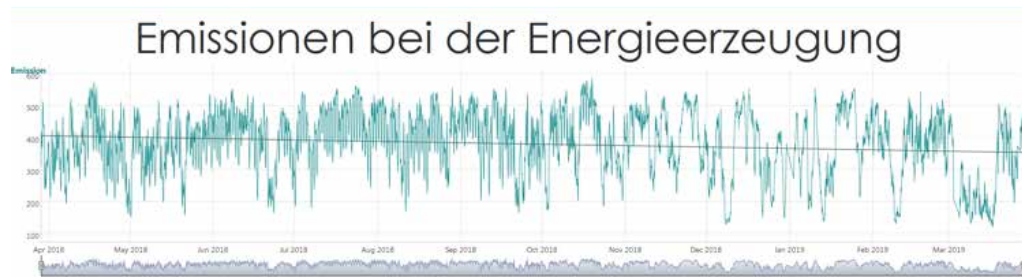


Abb. 2: Emissionen bei der Energieerzeugung, Jahresansicht (Hüer et al. 2019)

forderungen in einem Scrum-Projekt entwickelt. Die funktionellen und nichtfunktionellen Systemanforderungen wurden auf Basis eines Experteninterviews aufgestellt und bildeten die Grundlage für Arbeitspakete, welche dem Entwicklerteam in den Sprint Phasen zugeteilt wurden um dann in Daily Scrums beurteilt und vervollständigt zu werden. Nach Abschluss der einzelnen Sprintphasen wurde das Werkzeug evaluiert und das nächste Arbeitspaket auf Basis der bestehenden Ergebnisse begonnen. So entstand inkrementell das Tool des CO<sub>2</sub>-Kompass, welches allen aufgestellten Anforderungen entspricht. Damit das Tool alle relevanten Daten nutzen, verarbeiten und zugänglich machen kann, ist die finale Struktur des CO<sub>2</sub>-Kompass in drei Teilsysteme unterteilt:

#### 1. Der Crawler: Schnittstelle zwischen ENTSO-E und eigener Datenbank

Alle relevanten Daten zur Stromproduktion in Deutschland werden durch den Verband Europäischer Übertragungsnetzbetreiber (ENTSO-E) über einen angeforderten Sicherheitstoken zur freien Verfügung bereitgestellt. Diese Rohdaten werden im ersten Schritt des CO<sub>2</sub>-Kompass von einem selbstentwickelten Crawler in fünfminütigen Abständen übermittelt, auf Aktualisierungen geprüft und in einer eigenen Datenbank abgelegt. In dieser Datenbank werden nun die Stromproduktions-Daten für jeden Stromnetzbetreiber in Deutschland (50Hertz, Amprion, TenneT, Transnet BW) und für Deutschland im Gesamten gespeichert. Aktuell gibt es 18 verschiedenen Stromproduktionsarten, deren Menge in Megawatt (MW) angegeben wird. Um zukünftig auch regionale CO<sub>2</sub>-Emissionen des Strommixes bestimmen zu können, kann der CO<sub>2</sub>-Kompass in einem nächsten Schritt lokale Datenquellen bis hin zu Produktionsdaten im Niederspannungs-/Verteilnetz einbinden.

#### 2. Der CO<sub>2</sub>-Calculator: Berechnet die Vorhersagedaten

Nach Aktualisierung und Übermittlung der Rohdaten aus dem Übertragungsnetz durch den Crawler, erfolgt eine Berechnung der

spezifischen CO<sub>2</sub>-Werte für die zugehörigen Produktionszahlen. Diese vom CO<sub>2</sub>-Calculator berechneten Werte werden ebenfalls in der Datenbank abgespeichert und können so dem Netzbetreiber und der Produktionsart zugeordnet werden. Diese Berechnung findet für jeden einzelnen Anbieter in fünfminütigen Intervallen statt und liefert Werte im 15 Minuten Takt. Des Weiteren erstellt der CO<sub>2</sub>-Calculator jeden Tag um 0 Uhr eine CO<sub>2</sub>-Vorhersage pro Produktionsart für die nächsten 24 Stunden. Die errechneten Vorhersagewerte werden auch in die interne Datenbank eingetragen.

#### 3. Die REST-Schnittstelle: Öffentlicher Zugang der Daten

Eine integrierte REST-Schnittstelle ermöglicht einen öffentlichen Zugang zu den aktuellen Daten und den Vorhersagewerten. Diese Schnittstelle kann vielfältig genutzt werden, um die Emissions-Informationen mit elektrischen Geräten zu koppeln. Ein Beispiel ist die Verbindung des CO<sub>2</sub>-Kompass mit intelligenten Ladesäulen, welche über die Schnittstelle den aktuellen Strommix (inklusive zugehöriger Emissionswerte) kontinuierlich erfragen und so die Ladevorgänge zeitlich anpassen können. So ermöglichen die Vorhersagewerte, dass Ladesäulen so geschaltet werden, dass sie einen Ladevorgang erst dann starten, wenn ein emissionsarmer Strommix vorliegt. Die Schnittstelle kann auch zur Visualisierung von Daten genutzt werden, welches aktuell in Form einer Webseite umgesetzt wird. Über die entwickelte Webseite lassen sich die Daten des CO<sub>2</sub>-Kompasses verwerten und darstellen. Dort stellt ein Liniendiagramm inklusive gleitendem Mittelwert die aktuellen Emission der deutschlandweiten Energieerzeugung dar (siehe Abbildung 2). Der Zeitraum der Betrachtung kann auf Wunsch eingestellt werden, so dass die Emissionen der vergangenen Monate oder auch für einen bestimmten Tag angezeigt werden können.

### Der CO<sub>2</sub>-Kompass für hybride Leistungs-bündel in der Energiewirtschaft

Mithilfe der REST-Schnittstelle kann der CO<sub>2</sub>-Kompass mit vielen verschiedenen Stromverbrauchern gekoppelt werden; dazu zählen sowohl Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen, Ladesäulen oder Kühltruhen, als auch energieintensivere Maschinen aus der Industrie wie große Kühlhäuser oder Produktionsanlagen. Voraussetzung ist allerdings, dass Netzstrom bezogen wird um die Verbraucher mit Energie zu versorgen und dass die Last jener Verbraucher verschoben werden kann um deren Stromnachfrage gezielt zu steuern. Die Möglichkeit verschiedene Produkte und Geräte mit dem Tool zu verbinden, macht den CO<sub>2</sub>-Kompass aus energiewirtschaftlicher Sicht zu einem wichtigen Steuerelement für die hybride Wertschöpfung und für eine durchdachte Sektorenkopplung. Anbieter können ihren umweltbewussten Kunden ökologische, emissionsärmere Alternativen zur klassischen Gerätenutzung anbieten. Zudem können auf lange Sicht die Sektoren Verkehr, Industrie, Wärmeversorgung und Elektrizität so gekoppelt werden, dass über einen holistischen Ansatz die Dekarbonisierung vorangetrieben wird. Ein gutes Beispiel bietet eine Ladesäule für Elektrofahrzeuge. Elektromobilität kann nur dann als vollständig emissionsfrei gelten, wenn auch der Strom zum Aufladen aus einer emissionsfreien Stromproduktion kommt. Damit ist jene emissionsfreie Stromproduktion gemeint, die über eine virtuelle Klimaneutralität durch Emissionszertifikate für einen bilanziellen Ausgleich hinausgeht indem CO<sub>2</sub>-neutraler Strom tatsächlich physisch geliefert wird. Der CO<sub>2</sub>-Kompass kann integriert in einem intelligenten Lademanagementsystem eine solche „tatsächliche Klimaneutralität“ ge-

währleisten, indem Fahrzeugbatterien von Elektroautos zu Zeitpunkten geladen werden, an denen der Strommix möglichst emissionsfrei ist. Zukünftig soll ein Kunde dann entscheiden können, nicht nur einen klimaneutralen Zeitpunkt sondern auch einen kostengünstigen Zeitpunkt für das Aufladen zu wählen. In Kombination mit einer App soll abgeschätzt werden, wann der Ladevorgang abgeschlossen ist um so die Parkdauer des Fahrzeugs zu optimieren und die Kriterien des Ladens (Emissionen, Kosten, Ladedauer etc.) nach Belieben einzustellen. Durch eine solche Digitalisierungskomponente können auch mehrere Elektroautos miteinander kommunizieren um die separaten Ladevorgänge zu koordinieren. Zusätzlich würde der Einsatz von bidirektionalen Ladesäulen eine Entladung der Autobatterie und damit eine Rückspeisung der Energie in das eigene Netz ermöglichen, wodurch die Fahrzeuge als mobile Stromspeicher genutzt werden können (siehe Abbildung 3). Dadurch kann CO<sub>2</sub>-armer Strom in der Autobatterie gespeichert werden und zu jenen Zeitpunkten genutzt werden, an denen die Stromproduktion auf konventionelle Energieträger basiert und somit der CO<sub>2</sub>-Gehalt höher ist. Die Software trägt also in mehrfacher Hinsicht positiv zu einem digitalisierten, nachhaltigeren Energiesystems bei: So können sich Geschäftsmodelle näher an Kundenwünsche ausrichten, während gleichzeitig die Energieversorgung von elektrischen Verbrauchern ökologisch nachhaltiger ausfällt. Für mehr Informationen rund um den CO<sub>2</sub>-Kompass und dessen Konzeption und Entwicklung, wird „Der CO<sub>2</sub>-Kompass: Konzeption und Entwicklung eines Tools zur emissionsarmen Stromnutzung“ (Hüer et al., 2019) als weiterführende Lektüre empfohlen.



Abb. 3: Bidirektionale Ladesäule mit mobilem Energiespeicher



2

# Photovoltaik-Carports als innovatives Lösungssystem für die Elektromobilität

Um die Elektromobilität weiterhin voranzubringen, müssen zukünftig mehr private Ladestationen mit dezentralen erneuerbaren Energiequellen kombiniert werden. Hierfür ist ein PV-Carport prädestiniert. Allerdings erfordern der hohe Grad an Technologie und die Konnektivität aller Systemteile eine Reihe von zugänglichen Dienstleistungen. Daher wird die Herstellung und der Verkauf von PV-Carports als Produkt-Service System als aussichtsreiches Geschäftsmodell angesehen.

## Dezentrale Gestaltung der Elektromobilitätsinfrastruktur

Angetrieben durch den Klimawandel, die Urbanisierung oder einer steigende Ressourcenknappheit sind Politik und Wissenschaft gefordert, innovative Lösungen für einhergehende Probleme zu entwickeln und einzuleiten. Hierzu zählt insbesondere die Entwicklung von nachhaltigeren Mobilitätskonzepten. Ein vielversprechender Weg um das Nachhaltigkeitsniveau im Mobilitätssektor zu steigern ist laut existierender Literatur der Übergang von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hin zu elektrisch angetriebenen Fahrzeugen. Es wird argumentiert, dass der Verkehr durch die Maximierung von Elektrofahrzeugen bei gleichzeitiger Minimierung von Verbrennerfahrzeugen sauberer, energieeffizienter und lärmfreier werden kann. Die Nutzung von Elektrofahrzeugen als Hauptbestandteil zukünftiger Mobilität kann jedoch nur dann vollständig nachhaltig sein, wenn die erforderliche Energie aus erneuerbaren Quellen gewonnen wird. Daher muss eine ausreichende Infrastruktur aus Ladestationen aufgebaut werden, die an erneuerbare Energiequellen angeschlossen sind. In diesem Zusammenhang gibt es zwei Möglichkeiten die Verteilung erneuerbarer Energien auf Ladestationen zu handhaben: Eine kontrollierte Übertragung über das Stromnetz oder eine Verteilung über dezentrale Energieerzeugungsquellen. Da der größte Teil des Ladens von Elektrofahrzeugen über

private Stationen zu Hause oder am Arbeitsplatz erfolgt, soll eben jene dezentrale Energiebereitstellung genauer betrachtet werden. Eine vielversprechende und zugleich realisierbare Methode private Ladestationen mit dezentralen erneuerbaren Energiequellen zu kombinieren, bietet der Bau eines Photovoltaik-Carports. Im Folgenden bezieht sich ein PV-Carport auf eine Struktur die aus drei Teilen besteht: (1) Ein Parkplatz der von einem Dach mit PV-Paneelen bedeckt ist; (2) eine Ladestation die die erzeugte Energie zum Laden eines Elektroautos verwendet; und (3) eine Batterie die jene Energie speichert, welche weder zum Laden von Elektrofahrzeugen verwendet noch in das Energienetz eingespeist wird. Ein solches System kann mehrere Vorteile für den Benutzer und die Gesellschaft als Ganzes haben sobald nachhaltiger Solarstrom für das Aufladen von Elektrofahrzeugen genutzt wird. Um jedoch erfolgreich PV-Carports zu entwickeln, müssen Unternehmen Wege finden, um ein profitables Geschäft aufzubauen und gleichzeitig Kundenzufriedenheit zu schaffen. Daher ist es wichtig, ein geeignetes Geschäftsmodell anzuwenden. In den letzten Jahren hat sich ein Geschäftsmodell etabliert, das bei genauer Ausführung das Potenzial hat die Nachhaltigkeit und Rentabilität von produzierenden Unternehmen zu optimieren: der Vertrieb von sogenannten Produkt-Service Systemen (PSS).



Lucas Hüer

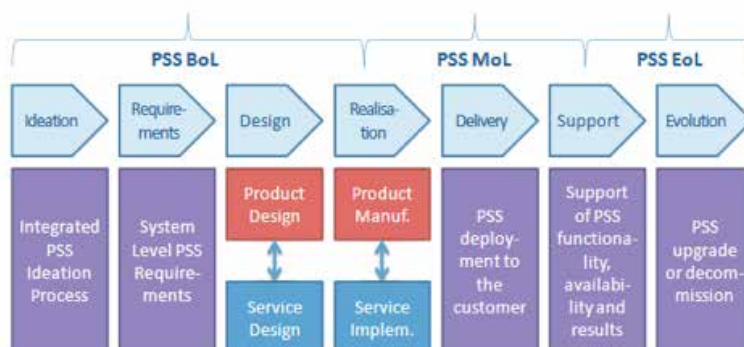


Abb. 1: PSS-Lebenszyklus-Modell (Wiesner et al. 2015)

- PV-Carports kombinieren erneuerbare, dezentrale Energiequellen mit Ladestationen
- Nachhaltiger Solarstrom wird für das Aufladen von Elektrofahrzeugen genutzt
- Kopplung von Produkt und Dienstleistung sorgt für Erfüllung des Kundenwunsches

## Photovoltaik-Carports als Produkt-Service Systeme

Für Hersteller von PV-Carports kann der Verkauf von PSS als Geschäftsmodell ein vielversprechender Weg sein, da der hohe Grad an Technologie und die Konnektivität aller Systemteile eine Reihe von zugänglichen Dienstleistungen erfordern. Vor dem Aufbau eines PSS ist es allerdings wichtig, Fertigungs- wie auch Dienstleistungsdaten zu erfassen und vor allem den gesamten Lebenszyklus im Auge zu behalten. Der Lebenszyklus eines PSS kann nach Wiesners PSS-Lebenszyklusmodell in drei Phasen unterteilt werden: Beginning of Life, Middle of Life und End of Life (siehe Abbildung 1). Jede Phase wird im Folgenden erklärt und Implementierungsbeispiele für PV-Carports werden gegeben.

### PSS Beginning of Life

Die PSS BoL-Phase ist in drei Stages unterteilt: Ideation, Requirement und Design Stage. In der BoL-Phase sollen Ideen vorgestellt und ausgewählt, Anforderungen definiert, Spezifikationen erstellt und geeignete PSS als ganzheitliche Lösungen entworfen werden. Im ersten Schritt, der Ideation Stage, finden Ideenfindungsprozesse (Brainstorming, Skizzenerstellung etc.) statt um Probleme und spezielle Kundenbedürfnisse zu identifizieren die von einem hybriden Leistungsbündel gelöst werden sollen. Um ein PV-Carport in Form eines PSS zu entwickeln sind unter anderem folgende Punkte in der Ideenfindung wichtig: Das Fahrverhalten des Kunden sollte mit Hilfe eines Datenloggers analysiert werden um zu bestimmen, ob ein Elektrofahrzeug für den Kunden ein geeignetes Transportmittel ist und somit auch ein PV-Carport sinnvoll wäre. Zudem sollte eine Analyse zum (voraussichtlichem) Aufladeverhalten des Kunden erfolgen in dem unter anderem bestimmt wird, zu welchen Tageszeiten der Kunde sein Auto aufladen kann. Durch einen solchen Erkenntnisgewinn kann entschieden werden, ob eine zusätzliche stationäre Batterie von Vorteil wäre. In weiteren Gesprächen und Analysen sollte ermittelt werden, welche Produkt-

und Dienstleistungsaspekte eines PV-Carports für den Kunden in Frage kommen. Es soll also eine Analyse der Kundenwünsche geschaffen werden, um später Funktionen zu entwickeln, die diese erfüllen. Bei der Errichtung eines PV-Carports können mehrere Produktteile und Serviceangebote miteinander verknüpft werden um das gewünschte Ergebnis in Bezug auf Kosten, Effizienz und Innovation zu erzielen. Um die größtmögliche Energiemenge zu erzeugen, müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden. Dies geschieht in der Requirement Stage. Sobald alle Ideen ausgetauscht wurden und der Aufbau des PV-Carports festgelegt ist, ist es wichtig den richtigen Standort für den Carport zu ermitteln indem sichergestellt wird, dass keine Bäume oder Gebäude das Dach mit Schatten oder Schmutz bedecken können. Gleichzeitig muss überlegt werden wie die Paneele in Bezug auf Kompassrichtung und Oberflächengröße ausgerichtet werden sollen und welche Solarzellen geeignet sind. Um Elektrofahrzeuge zu laden, muss eine effektive Ladeinfrastruktur aufgebaut werden, wobei hauptsächlich zwischen Ladestufe 1 (120V) und Ladestufe 2 (240V) entschieden wird. Sobald alle Kundenanforderungen festgelegt sind, werden diese in der Design Stage aufgeschlüsselt. Das Design von Dienstleistungen und Produkten sollte zwar separat gehandhabt werden, durch Feedback-Schleifen soll allerdings die Designkompatibilität sichergestellt werden. Die potenziellen Systemteile die in den ersten beiden Stages definiert wurden, sollten analysiert werden, um die ideale Zusammensetzung zu finden und die höchstmögliche Effizienz zu erzielen. Hierzu muss beispielsweise geklärt werden, welche Neigungs- und Azimutwinkel der Solarzellen für eine maximale Energiegewinnung sorgen. An der HS Osnabrück wurden verschiedene Beispielentwürfe zu möglichen Kombinationen von Solarmodulen, stationären Batterien und Ladestationen erstellt, die in Abbildung 2 dargestellt sind.



Abb. 2: Innovatives Design eines Photovoltaik-Carports

### PSS Middle of Life

Die PSS MoL-Phase ist in drei weitere Stages unterteilt: Die Realisation, die Delivery und die Support Stage. In dieser Phase sollen Produkte hergestellt und Dienstleistungen in getrennten Schritten umgesetzt werden. Nachdem Produkte und Dienstleistungen realisiert wurden, werden sie zu einem funktionierenden PSS kombiniert, das dann an Kunden geliefert wird, um ein bestimmtes Problem zu lösen. In diesem Schritt wird das PSS als voll funktionsfähiges Paket und nicht als separate Produkte und Dienstleistungen angesehen. In der sogenannten Realisation Stage des PSS Lebenszyklus, wird die Hardware hergestellt und in die endgültige Form gebracht, während gleichzeitig die Dienstleistungen operativ realisiert und umgesetzt werden. Die Summe der Produkte und Dienstleistungen werden dann als Funktionen zusammengefasst, die die einzelnen Kundenwünsche erfüllen sollen. Ein Beispiel für einen solchen Kundenwunsch bei einem PV Carport kann der Wunsch nach einer stetig verfügbaren emissionsfreien Stromproduktion sein, bei der das Elektrofahrzeug zu jedem Zeitpunkt mit grünem Strom aufgeladen werden kann. Durch die dezentrale Energieversorgung über die Solaranlage mit integriertem Batteriespeicher kann das Elektroauto zu verschiedenen Zeitpunkten mit dem selbst produzierten Strom geladen werden. Um auch zu Zeiten mit geringem Eigenstromanteil eine Energieversorgung aus emissionsfreier Stromproduktion zu gewährleisten, kann die Software des CO<sub>2</sub>-Kompass (siehe Seite 8) als zusätzliche Dienstleistung angeboten werden. Durch die Einbindung der Software kann gewährleistet werden, dass auch der Strom der durch den Netzanschluss für das Aufladen verwendet wird, emissionsfrei ist. Somit sorgt die Kopplung von Produkt (Hardware des PV Carport) und Dienstleistung (Software des CO<sub>2</sub>-Kom-

pass) für die Erfüllung des Kundenwunsches. Sobald das Grundgerüst des PSS anhand der anfänglichen Kundenbedürfnisse entwickelt wurde, wird in der Delivery Stage das Paket bestehend aus Produkten und Dienstleistungen an den Kunden geliefert und in Betrieb genommen. In diesem Schritt wird dem Kunden auch erklärt, wie Produkte und Dienstleistungen kombiniert werden können, um im Zusammenspiel bestimmte Lösungen anzubieten. Das PV Carport wird nach Kundenwunsch entsprechend platziert und alle Teilsysteme wie zum Beispiel ein zusätzlicher Energiespeicher installiert. Sobald das PSS ausgeliefert und in Betrieb genommen wurde, wird in der Support Stage dafür gesorgt, dass die Funktionen einwandfrei laufen und alle Kundenwünsche erfüllt werden können. Dies geschieht hauptsächlich durch Dienstleistungen wie Wartungs- und Reparaturarbeiten oder auch Säuberungseingriffe. Bei einem PV Carport ist es zum Beispiel wichtig, dass die Solaranlage von Schmutz befreit wird, um die Stromproduktion nicht zu beeinträchtigen.

### PSS End of Life

Die PSS End-of-Life-Phase (EOL) besteht aus einer einzigen Stufe, der Evolution Stage, in welcher entschieden wird, ob ein PSS, welches die Kundenanforderungen nicht mehr erfüllen kann, durch Anpassung des Produkts oder der Dienstleistung aufgerüstet werden kann oder ob es stillgelegt werden muss. Im Falle eines PV Carports kann eine Entscheidung zur Anpassung oder zur Stilllegung des PSS von beiden Seiten (Kunde und Anbieter) ausgehen. Falls zum Beispiel aus Sicht des Kunden ein Aspekt des Systems veraltet ist, kann es eine interessante Option sein, das PSS mit Hardware- oder auch mit Dienstleistungskomponenten zu aktualisieren.



3



# Energieversorgung-as-a-Service: Die mobile Ladesäule

Die Integration von Produkten und Dienstleistungen und der einhergehende Nutzen bietet die Chance, Kunden von einem Angebot zu überzeugen, welches aus der reinen Produktsicht derzeit als zu unsicher oder nicht passend bewertet wird. Ein gutes Beispiel bietet hier die E-Mobilität, welche häufig noch als nicht leistungsfähig genug mit Blick auf die Reichweite betrachtet wird. Ein innovatives Lösungssystem, eine mobile Ladesäule, kann diesem Problem begegnen und durch die komplementäre Nutzung von Produkt und Service überzeugen.

## Umrüstung eines Elektrotransporters in eine autarke, mobile Ladesäule

Um Elektromobilität massentauglicher zu gestalten und in der Gesellschaft das Bewusstsein für die Verfügbarkeit und Potenziale der entsprechenden Energieversorgung zu erhöhen, sind innovative Ansätze für leichtere, flexiblere und effizientere Ladevorgänge nötig. Denn nur durch stetig verfügbare Lademöglichkeiten wird es dem Verbraucher möglich, zu allen Zeiten mobil zu bleiben. Neben privaten Ladepunkten auf dem eigenen Grundstück oder bei Arbeitgebern, muss es auch immer mehr öffentliche Möglichkeiten zum Laden geben, damit die wachsende Anzahl an Elektrofahrzeugen ausreichend mit Strom versorgt werden kann. Um kurzfristige, lokale Engpässe in der Ladeinfrastruktur (z.B. auf Grund von Großereignissen) auszugleichen wurde im Rahmen einer studentischen Projektwoche ein gemeinsames Projekt der Universität Osnabrück und der Hochschule Osnabrück organisiert. Insgesamt nahmen 18 Studenten aus den Disziplinen Elektrotechnik, Mechatronik, Maschinenbau, Wirtschaftsinformatik, Technische Informatik und Wirtschaftswissenschaften, mit dem Ziel einen Elektrotransporter in eine autarke, mobile Ladesäule, umzurüsten, am

Projekt teil. Hierfür wurden in nur vier Tagen in einem Schaltschrank ein Batteriespeicher, ein Stromumrichter und eine Ladesäule für Elektrofahrzeuge integriert (Abbildung 1). Dieser voll-funktionsfähige Schaltschrank wurde anschließend in den Laderaum des Elektro-Transporters integriert und verkabelt. An die Außenwände und auf das Dach des Elektrotransporters wurden verstellbare Solarzellen montiert und anschließend an den Schaltschrank mitsamt Ladesäule angeschlossen. Zudem wurden Schnittstellen identifiziert um relevante Daten (über Modbus, CAN-Bus etc.) im elektronischen System zu erfassen.

Diese Daten, wie zum Beispiel die generierte Energie durch die Solarzellen oder der aktuelle Batteriezustand, wurden aufbereitet und an einen Server übertragen, sodass sie über ein Dashboard visualisiert werden können. Um die zukünftige Nutzung des Systems profitabel zu gestalten fand neben der Entwicklung der mobilen Ladesäule (bestehend aus Hardware und Software) gleichzeitig die Erstellung von verschiedenen Geschäftsmodellen statt. Drei Möglichkeiten die mobile Ladesäule für denkbare Anwendungsfälle zu nutzen, werden nachfolgend beschrieben.



Lucas Hüer,  
Simon Hagen



Abb. 1: Schaltschrank vor Integration in den Transporter



Abb. 2: Als mobile Ladesäule umgerüsteter Transporter

- Mobile Ladesäule kann lokale Engpässe in der Ladeinfrastruktur ausgleichen
- Nutzenstiftende Funktionen über die Verbindung von Hardware und Dienstleistungen
- Verschiedene Einsatzmöglichkeiten für die mobile Ladesäule (Panendienst, etc.)

### Drei Anwendungsszenarien für die Elektromobilität

#### *Aufladen liegengebliebener Elektrofahrzeuge*

Für einige Verbraucher ist der potenzielle Umstieg vom Verbrennerfahrzeug hin zum Elektrofahrzeug mit verschiedenen Ängsten verbunden, die sie vom Kauf eines Elektroautos abhalten. Eine dieser Ängste ist die Vermutung, dass die geringere Reichweite zu einer leeren Batterie und damit zum Liegenbleiben des Fahrzeugs führen kann. Und auch wenn mehrere automatische Hinweise und Schutzmechanismen in Elektroautos integriert sind, um vor einer leeren Batterie zu warnen, muss es trotzdem einen zusätzlichen Dienst geben, der im Notfall nach dem Liegenbleiben schnell und kompetent helfen kann. Die mobile Ladesäule kann hierfür eine bessere Alternative darstellen als bspw. der Abschleppdienst. So muss ein Elektroauto mit leerer Batterie nicht zur nächsten Ladesäule gebracht werden, sondern die Ladesäule kommt zum liegengebliebenen Auto. Optimalerweise kann dann mit dem eigens produzierten Strom durch die Solarzellen des Transporters geladen werden. Ist dies wetterbedingt nicht möglich, wird die erforderliche Energie aus dem zusätzlichen Batteriespeicher entzogen. Dieser Ansatz kann zudem durch weitere Dienstleistung für den Kunden erweitert werden: Die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) der Fahrzeugbatterie. Über Sensorik kann die Ladesäule feststellen, wie hoch die verbleibende Lebensdauer der Batterie noch ist um davon abhängig eine Reparatur oder den Austausch zu empfehlen.

#### *Befriedigung kurzfristig örtlicher Nachfragespitzen*

Aufgrund ihrer mobilen Eigenschaft kann die Ladesäule auch für spezielle Ereignisse mit erhöhtem Parkaufkommen genutzt werden.

So kann sie zum Beispiel als kurzfristige Lademöglichkeit eine erhöhte Lade-Nachfrage durch Elektroautos decken. Bei Ereignissen mit großem Andrang wie Volksfesten, Fußballspielen oder Messen kann somit die Ladeinfrastruktur für einen gewissen Zeitraum erweitert werden. Dies kann für jeden zur freien Nutzung angeboten werden, oder aber für spezielle Einsatzzwecke reserviert werden. So können bei Großereignissen zum Beispiel die Polizei oder die Feuerwehr ihre elektrischen Fahrzeuge an der mobilen Ladesäule laden. Der Laderaum des Transporters würde hier zusätzlichen Stauraum für Einsatzutensilien bieten. Um weitere Solarzellen und Ladepunkte zu transportieren kann ein zusätzlicher Anhänger konzipiert und am Transporter angeschlossen werden (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4 für einen ersten Designentwurf). Die Solarzellen im dargestellten Anhängerdesign werden so aufgeklappt oder zusammengeschoben, dass sie über die Fläche des Anhängers ragen und sonnengewandt aufgestellt werden können. Unter den Solarplatten ist noch Stauraum für zusätzliche Ladepunkte oder weitere Utensilien geben. Die generierte Energie kann in die Batterie des Transporters oder in einen extra Speicher im Anhänger übertragen werden.

### Weitere Anwendungsfälle außerhalb der Elektromobilität

Auch außerhalb der Elektromobilität kann das Konzept der mobilen Ladesäule angewendet werden. Ein großer Bedarf an der flexiblen Bereitstellung von Strom könnte sich zum Beispiel auf Festivals mit Campingplätzen ergeben. Hier kann die Energiegewinnung durch die Solarzellen und die Energie aus der Speichereinheit im Transporter für das Aufladen von verschiedenen Geräten dienen. Hierzu zählen zum Beispiel Mobil-

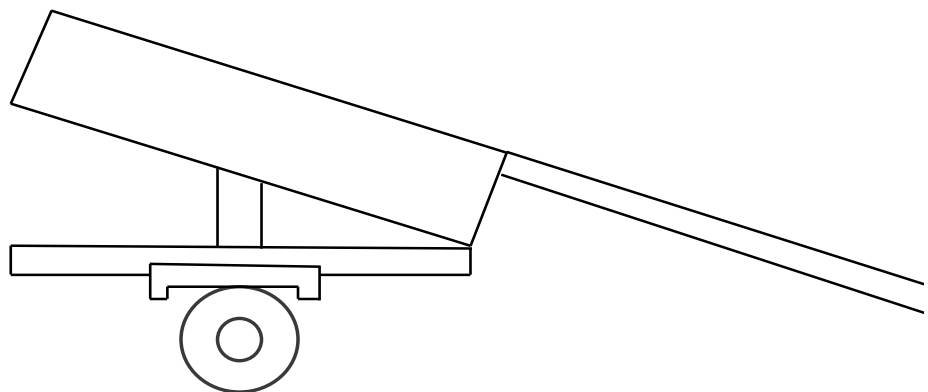


Abb. 3: Seitenansicht eines möglichen Anhängerdesigns für zusätzliche Solarzellen

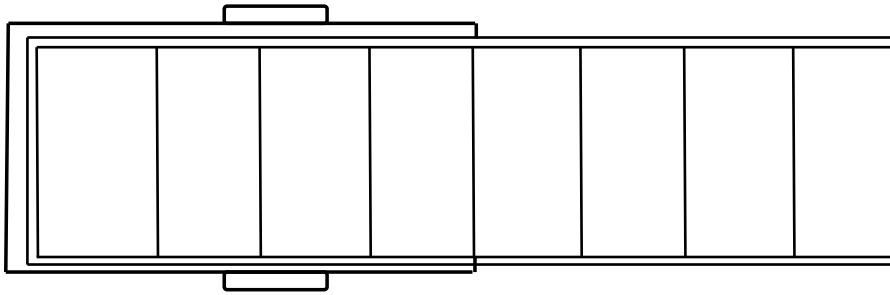


Abb. 4: Draufsicht eines möglichen Anhängerdesigns für zusätzliche Solarzellen

telefone, elektrische Campingkocher oder Heizlüfter. Der Laderaum des Transporters könnte hierbei zur Aufbewahrung der Elektrogeräte dienen, indem Schließfächer in der richtigen Größe zur Verfügung gestellt werden. Der Transporter könnte mit seinem Laderaum auch als kleiner Kiosk oder anderem Verkaufs- / Informationsstand dienen.

#### Potenziale der integrierten Leistungsbündelung

Indem die Hardware-Komponenten (Schaltschrank inklusive Batteriespeicher, Ladesäule, Solaranlage und Transporter) mit Dienstleistungen (Echtzeit-Datenübertragung und -Visualisierung) integriert werden, können die daraus entstehenden Funktionen dem Kunden zur Verfügung gestellt werden und wirken somit direkt nutzenstiftend. So kann zum Beispiel die Dienstleistung der Pannenhilfe angeboten werden, bei dem Kunden die vollständige Batterie-Aufladung des liegengelassenen Elektrofahrzeugs angeboten wird. Die individuellen Probleme des Kunden werden also ohne den klassischen Verkauf von Produkten gelöst. Bei der Entwicklung eines solchen hybriden Leistungsbündels wurde deutlich, dass die Kombination aus Produkt- und Serviceangeboten eine besondere interdisziplinäre Kollaboration benötigt, in der das Expertenwissen einzelner Disziplinen so verknüpft wird, dass ein holis-

tischer Entwicklungsansatz verfolgt werden kann. Hierfür ist es wichtig, dass Arbeitsgruppen individuell an unterschiedlichen Teilzielen arbeiten können. Diese disziplinäre Arbeit muss allerdings über Schnittstellen so koordiniert werden, dass die interdisziplinären Gesamtziele nicht außer Acht gelassen werden. Um dies zu gewährleisten sind neben der Auswahl der Projektteilnehmer vor allem die Arbeitsatmosphäre und die Einführung einer einheitlichen Sprache notwendig. Wie wichtig eine solche enge interdisziplinäre Zusammenarbeit für die Entwicklung hybrider Leistungsbündel ist, wird deutlich, wenn man sich die benötigte Expertise für die Integration einer Dienstleistung wie zum Beispiel dem Predictive Maintenance anschaut. Indem Sensorik an Hardware-Komponenten angebracht wird, können verschiedene Daten generiert und über ein Display angezeigt werden. Diese Daten werden daraufhin ausgewertet um vorrauszusagen ob eine der Komponenten repariert oder ausgetauscht werden muss, um einem Ausfall vorzubeugen. Im Falle der mobilen Ladesäule, kann so durch interdisziplinäre Kollaboration (Elektrotechnik, Mechatronik, Informatik etc.) ein Ausfall der Solarzellen, der Batterie oder der Ladesäule und somit des gesamten Produkt-Service Systems verhindert werden.



4

# Prozessorientierte Gestaltung von Geschäftsmodellen

## Anwendung eines digitalen Werkzeugs in der Elektromobilität

Das Entwickeln innovativer und nachhaltiger Mobilitätskonzepte für den urbanen und ländlichen Raum stellt unsere Gesellschaft vor große Herausforderungen. Daher berichtet der vorliegende Beitrag von einem Anwendungsszenario, in dem durch den Einsatz von SmartHybrid-Werkzeugen, insbesondere zur Unterstützung der Geschäftsmodellentwicklung und Prozessmodellierung, verschiedene Varianten hybrider Geschäftsmodelle für E-Ladesäulen entwickelt und validiert wurden. Darüber hinaus werden weitere Anwendungsfelder für die Werkzeuge mit der Unternehmenspraxis aufgezeigt.

### Transformationen in der Mobilität

Erhöhte Lärmbelastung, überfüllte Straßennetze, steigende CO<sub>2</sub>-Emissionen oder sich stetig verschlechternde Feinstaubwerte sind nur einige Beispiele, die das Mobilitätsthema sowohl in urbanen als auch in ländlichen Regionen immer mehr zu einer zentralen Herausforderung machen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen gilt es innovative Konzepte und nachhaltige Strategien zu konzipieren und umzusetzen, die beispielsweise das Mobilitätsbedürfnis von Bürgerinnen und Bürgern auf neuartige Weise erfüllen. Aktuell prominente Ansätze für solche neue Mobilitätskonzepte sind etwa bekannt unter den Schlagwörtern Carsharing und Elektroauto oder auch E-Scooter und E-Bike, die es schaffen Sach- und Dienstleistungen auf neue Weisen zu verknüpfen. Das Entwickeln solcher neuen Konzepte und Strategien stellt jedoch ein multikriterielles und komplexes Problem dar, da beispielsweise zum Teil gegenläufige ökonomische, ökologische sowie soziale Ziele integriert und gemeinsam adressiert werden müssen. Dafür sind Methoden und Werkzeuge gefragt, die Nutzerinnen und Nutzern in ihren

Absichten helfen, neue Geschäftsmodelle zu konzipieren und zu validieren sowie die Umsetzung dieser auf der operativen Ebene von Organisationen zu ermöglichen. Da in der Forschung bislang das Engineering von Geschäftsmodellen und Prozessen eher getrennt voneinander betrachtet werden, liefert der vorliegende Anwendungsfall mit der SmartHybrid-Geschäftsmodellplattform einen Lösungsansatz zur Integration beider Ebenen, wodurch neue Wege zur Erstellung, Umsetzung und Analyse von Geschäftsideen eröffnet werden.

### IT-unterstützte Geschäftsmodellentwicklung

Die digitale SmartHybrid-Geschäftsmodellplattform stellt verschiedene Methoden und Werkzeuge zur Verfügung, die es nicht nur ermöglichen hybride Geschäftsideen zu entwickeln, sondern auch dazugehörige Dienstleistungen und deren Erbringungsprozesse auszugestalten. Grundsätzlich kann eine solche Integration aus zwei Richtungen erfolgen: Der Top-Down-Ansatz, der von einem generalisierten Geschäftsmodell (semi-)automatisiert unterliegende Prozesse erzeugt



Dr. Thorsten Schoormann,  
Simon Hagen,  
Lucas Hüer,  
Tim Richter (Compra GmbH)

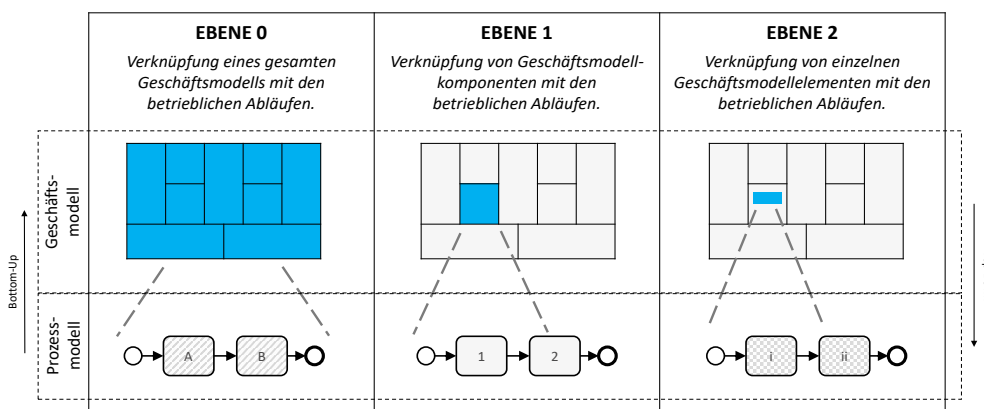


Abb. 1: Drei Integrationsarten von Geschäfts- und Prozessmodellen

- *Verbesserte Synchronisation von Geschäftsmodellen und betrieblichen Abläufen*
- *Neue Analyse- und Gestaltungsmöglichkeiten für hybride Leistungsbündel*
- *Nutzung von Innovationspotenzialen durch die Abstimmung verschiedener Ebenen*

oder der, Bottom-Up-Ansatz, der von konkreten Prozessen auf das Geschäftsmodell eines Unternehmens schließen kann (Ressourcen zur Durchführung eines bestimmten Ablaufs müssen in der Geschäftsmodellplanung berücksichtigt werden). Die SmartHybrid-Plattform nimmt insbesondere eine Top-Down-Perspektive ein und nimmt daher die Repräsentation eines Geschäftsmodells als Ausgangspunkt für die Erstellung dazugehöriger Prozesse.

Dieser Sicht folgend, wird die Verknüpfung der beiden Aktivitäten (d. h. Erstellung von Geschäftsmodellen sowie Ausgestaltung der Prozesse) auf der Plattform auf drei Ebenen unterschieden (vgl. Abbildung 1). Auf Ebene 0 wird ein vollständiges Geschäftsmodell als Basis für die unterliegenden betrieblichen Abläufe verwendet, wodurch sich eine eher aggregierte prozessuale Sichtweise auf das Geschäft ergibt. Ebene 1 detailliert eine einzelne Komponente eines Geschäftsmodells (z. B. Schlüsselaktivitäten oder Kundensegment) und leitet für diese Prozesse ab. Als Drittes, werden auf Ebene 2 spezifische Elemente eines Geschäftsmodells mit Prozessen verknüpft, was im Kontrast zu Ebene 0 zu einem hohen Detaillierungsgrad führen kann. Für die Implementierung dieser Methoden stützt sich die Plattform auf softwarebasierte SmartHybrid-Werkzeuge für (1) die kollaborative Gestaltung, Analyse und Reflektion nachhaltiger Geschäftsmodelle mittels der in Wissenschaft und Praxis etablierten Business Model Canvas (vgl. Schoormann et al. 2018; Knackstedt et al. 2019; Osterwalder & Pigneur 2010) sowie (2) die Konzeption und Ausführung von betrieblichen Abläufen mit Hilfe von BPMN 2.0-Prozessmodellen.

### Hybride Geschäftsmodelle für E-Ladesäulen als Anwendungsbeispiel

Zur Anwendung der Plattform wurde ein viermonatiges IT-Projekt mit einer Gruppe von drei Studierenden (Wirtschaftsinformatik, Bachelor) sowie drei Experten aus den Bereichen Geschäftsmodellentwicklung, Prozessmanagement und Elektromobilität durchgeführt. Während des Projekts wurden zunächst in einem iterativen Vorgehen iterativ verschiedene Geschäftsmodelle für E-Ladesäulen entwickelt, die von Expertengremien kontinuierlich kommentiert und validiert wurden. Anschließend, basierend auf ausgewählten Geschäftsmodellen, wurden darunterliegende Prozesse zur Implementierung dieser Modelle erstellt.

Als Ergebnis wurden zwei Geschäftsmodellvarianten für E-Ladesäulen entwor-

fen: Im ersten Geschäftsmodell, dem Wall Box-Sharing, können private Haushalte sich Wandladestationen für Elektroautos mieten, um sowohl ihren eigenen Strombedarf zu decken als auch über eine Mitgliedschaft in einer Sharing-Community freie Ladezeiten an weitere Kunden zu verkaufen. Der Anbieter kann somit Einnahmen aus der Installation und Wartung der Wall Box sowie aus den Vermittlungen von freien Wall Boxen über die Sharing-Plattform generieren. Aus ökologischer Perspektive können trotz der erhöhten Transportwege (z. B. Wartung der dezentralen Ladeinfrastruktur oder auch neue Wege von Privatkunden um zu freien Boxen zu fahren), positive Auswirkungen wie die allgemeine Förderung von Elektromobilität oder die bessere Ausnutzung von bestehenden Lademöglichkeiten durch den Sharing-Ansatz erzielt werden (vgl. Abbildung 2, oben). In einer zweiten Variante, der Flexible Charge-Station, soll ein mobiles Fahrzeug entwickelt werden, das mittels einer PV-Anlage Strom generiert und damit verschiedene Wall Boxen, die an dem Fahrzeug montiert sind, versorgt. Dadurch kann ortsunabhängig eine mobile Ladeinfrastruktur geschaffen werden. Beide Geschäftsmodellideen integrieren im Sinne einer hybriden Wertschöpfung physische Produkte (z. B. eine Wall Box), Dienstleistungen (z. B. Installation, Instandhaltung und Kundenberatung) und Softwarelösungen (z. B. Sharing-Plattform). Mit einem Geschäftsmodell als Ausgangspunkt können mit Hilfe der SmartHybrid-Werkzeuge erste implementierende Prozessmodelle abgeleitet werden. Im illustrierten Szenario wird beispielsweise der Prozess für die Zulieferung von Ersatzteilen detailliert (vgl. Abbildung 2, unten). Dieser bedient sich den spezifizierten Geschäftsmodellelementen und ermöglicht den Nutzern somit das Verwenden von konkreten Schlüsselaktivitäten oder Ressourcen.

### Praxisevaluation und weitere Anwendungsfelder

Für die Erhebung weiterer Einsatzbereiche der Geschäftsmodellplattform, wurde ein Experiment mit dem Praxispartner der COMPRA GmbH aus Hildesheim durchgeführt. Die COMPRA bietet für einen stetig wachsenden Kundenkreis mittelständischer Unternehmen Software- und Servicelösungen insbesondere in den Bereichen Enterprise Resource Planning Systeme (ERP), Content Management Systeme (CMS), Enterprise Content Management Systeme (ECM) und Customer Relationship Systeme (CRM) sowie für eCommerce und Online-Shops an.

Die eEvolution Komplettlösung unterstützt dabei auch das Abbilden und Implementieren kundenindividueller Geschäftsprozesse. Aus diesem Kontext heraus wurden u. a. weitere Anwendungsfelder und Potenziale der SmartHybrid-Plattform für Software-Einführungsprojekte diskutiert: (1) (Semi-)Automatisiertes Ableiten von Geschäftsprozessen – Basierend auf den Elementen aus der Geschäftsmodellvisualisierung können typische Prozesse vorgeschlagen werden wie z. B. für das Administrieren eines Buchungsportals oder das Verwalten von Rechnungseingängen. Dazu könnte auch eine Zuordnung von Standard- oder Referenzprozessen an spezifische Elemente (oder deren Bezeichnung) sinnvoll sein, um regelbasiert Prozesse abzuleiten und den Nutzern vorzuschlagen. (2) Erweiterte Analyse – Sowohl für die Prozesse als auch für Geschäftsmodelle werden umfangreichere Datengrundlagen durch eine Integration eröffnet, wodurch bessere Analysen dieser durchgeführt werden können. Beispielsweise kann man in Gesprächen mit Kunden diskutieren, welche Änderungen im abstrakten Geschäftsmodell welche operativen Anpassungen mit sich führen (z. B. welche Prozessschritte fallen weg? Welche Ersparnisse ergeben sich?). (3) Neue Strukturen für Einführungsworkshops – In frühen Gesprächen zur Einführung neu-

er Informationssysteme zeigt sich, dass eine höhere abstrahierte Diskussionsgrundlage nötig ist, um etwa Managerinnen und Manager sinnvoll einzubinden. Eine Verbindung von Visualisierungen für Geschäftsmodelle zu deren unterliegenden Abläufen ist daher hilfreich, um das Abstraktionslevel flexibel und bestmöglich an die Teilnehmer in den Einführungsprojekten anzupassen. (4) Vereinfachte Dokumentation von Ergebnissen – Darüber hinaus bietet Softwareunterstützung grundsätzlich Möglichkeiten zur Dokumentation von Zusammenhängen und Gesprächsprotokollen.

### Fazit

Insgesamt zeigt sich durch den Anwendungsfall als auch durch weitere Expertengespräche, dass mit der Zusammenführung beider Werkzeuge und der damit verbesserten Verknüpfung sowie der Synchronisation der drei beschriebenen Ebenen, neue Wege für die Konzeption, Simulation und Analyse von Geschäfts- und Prozessmodellen eröffnet werden. So können etwa Prozesse auf spezielle Aspekte aus dem Geschäftsmodell überprüft oder die Umsetzung der Geschäftsmodelle in den operativen Abläufen überwacht werden, was für die Umsetzung von vor allem hybriden Leistungsbündeln von besonderer Relevanz ist.

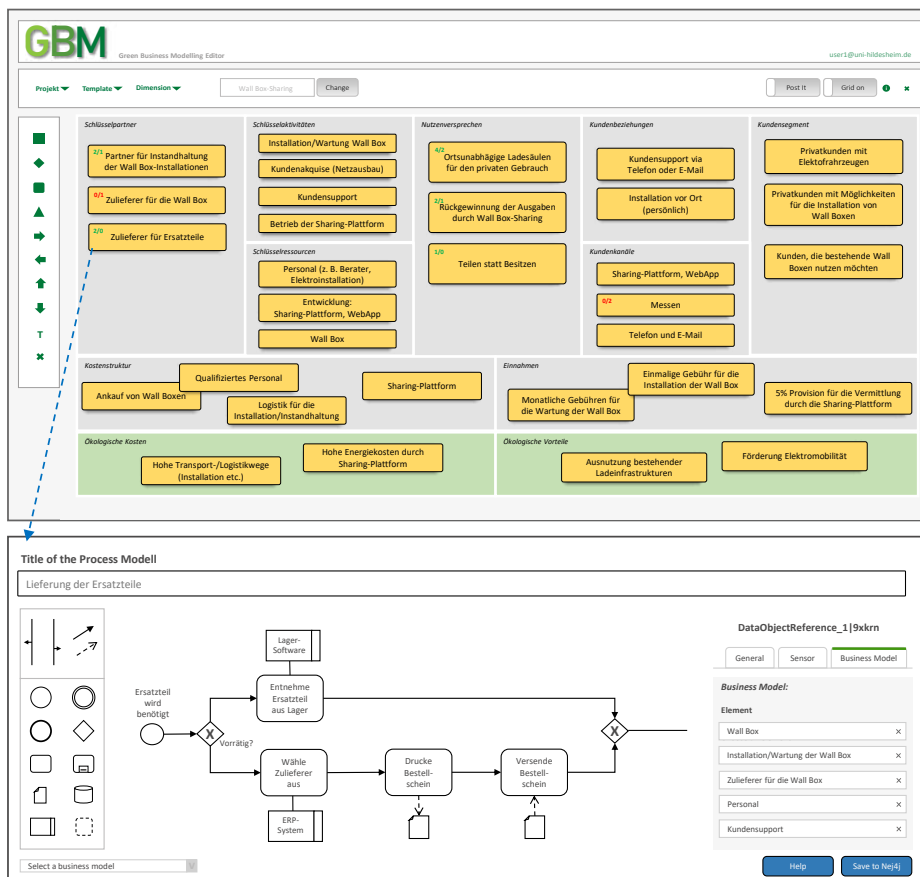


Abb. 2: Exemplarisches Sharing-Geschäftsmodell für E-Ladesäulen und Ausschnitt eines dazugehörigen Geschäftsprozesses für die Ersatzteillieferung



5



# Die InES-Plattform: Mit Kreativität zu innovativen Start-Ups

*Digitale Technologien und Werkzeuge eröffnen nicht nur neue Möglichkeiten zum Anbieten innovativer Geschäftsmodelle, intelligenter Dienstleistungen und hybrider Leistungsangebote, sondern können auch den Entwicklungs- und Umsetzungsprozess dieser verbessern. Die Innovationsplattform InES, aus dem Portfolio des Start-up Centers HI-Cube, stellt ein digitales Werkzeug dar, das vor allem auf die Unterstützung des Gründungsprozesses abzielt. Damit liefert die Plattform einen wichtigen Beitrag für die Start-up-Szene in der Region und ermöglicht Gründerinnen und Gründern dezentral und gemeinsam mit verschiedenen Stakeholdern, wie Expertengremien neuartige Ideen umsetzen.*

## Ausgangssituation zum Digitalen Gründen

In einem zunehmend globalisierten und dynamischen Markt, sind digitale Innovationen für Unternehmen, insbesondere auch Start-ups, zentrale Faktoren zur Etablierung neuer Geschäftsmodelle sowie zur Sicherstellung der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit geworden. Vor allem das Konzipieren und Anbieten von hybriden Leistungsbündeln setzt ein hohes Maß an Innovation und Kreativität voraus, die es ermöglichen vor allem Produkte und Dienstleistungen in neuartigen Konfigurationen zusammensetzen und auf den Markt zu bringen. Über das eigentliche Bündel hinaus, ist es immer wichtiger auch den Entwicklungs- und Umsetzungsprozess der hybriden Wertschöpfung mit neuen Methoden, Werkzeugen und digitalen Technologien zu unterstützen, um etwa die vielen interdisziplinären Kompetenzen, die während des Prozesses einfließen müssen, zusammenzutragen und zielgerichtet zu steuern. Der vorliegende Anwendungsfall forciert daher die Unterstützung des Innovationsprozesses über verschiedene Entwicklungsphasen hinweg.

Mit dem Fokus auf den Prozess, nehmen digitale Infrastrukturen wie technologische Werkzeuge und Systeme eine primäre Rolle ein, die Kommunikation, Kollaboration oder Rechenfähigkeiten zur Verfügung stellen oder typische Aktivitäten durch Virtualisierung effizienter gestalten. Zu diesen Infrastrukturen zählen etwa Methoden aus dem Data Analytics und dem Social Media oder Werkzeuge wie 3-Drucker für die schnelle Erstellung von Produktteilen und Smart Glasses für das schnelle Erleben von Produkten, die völlig neue Ansätze für das Prototyping von Produkten und Dienstleistungen bereitstellen. Mittels diesen Technologien kann der Vorgang des Gründens immer mehr in einer digitalen Umgebung stattfinden, wodurch beispielsweise eine höhere Flexibilität des Ablaufs als auch eine intensivere Interaktion mit einer größeren Gruppe von Stakeholdern wie potenzielle Kunden, Business Angels, Investoren oder Entwicklungspartnern

über die Phasen von der Ideengenerierung, über das Validieren bis hin zur Finanzierung und Markteinführung erfolgen kann (z. B. Nambisan 2017).

Durch das Einbeziehen vieler unterschiedlicher Akteure ist eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung kreativer Ansätze geschaffen, da neuartige Ideen meist nicht das Resultat eines ‚Geistesblitzes‘ einer einzelnen Person sind, sondern vielmehr eines systematisierten und kollaborativen Prozesses, in dem die Ideen sowohl innerhalb als auch außerhalb einer Organisation reflektiert und erarbeitet werden. Um diesen gemeinschaftlichen Prozess der Kreativität zu unterstützen, kann auf zahlreiche iterative Vorgehensmodelle wie das in Praxis und Wissenschaft weit verbreitete Design Thinking zurückgegriffen werden. Typischerweise wird beim Design Thinking zwischen Aktivitäten innerhalb der drei Räumen der Problemdefinition, der Lösungsdefinition und der Implementierung unterschieden (Hofer et al. 2019; Schoormann et al. 2020). In diesen Räumen gilt es dann einerseits divergent (d. h. breite Sammlung von Ideen und Lösungsansätzen) und andererseits konvergent (d. h. zusammenführende Auswahl von Ideen) zu arbeiten. Dafür kann auf Kreativitätstechniken und Methoden zurückgegriffen werden, die etwa das Einnehmen einer kreativen Grundhaltung fördern (z. B. Marshmallow Challenge oder Ziegelsteinmethode), das Problemverständnis erhöhen (z. B. Personas oder Stakeholder Map), das Generieren von Ideen unterstützen (z. B. Brainstorming, Walt-Disney-Methode oder 6-Hüte-Methode) oder das prototypische Realisieren der Ideen ermöglichen (z. B. Rapid Prototyping oder Mock-Ups).

Mit einer Virtualisierung von Design Thinking-Projekten, auch Kreativitätsprojekte im Allgemeinen, können zahlreiche Vorteile adressiert werden, wie etwa das Zusammenbringen global verteilter und agierender Teams, das Einbeziehen externer Stakeholder für bspw. Feedback und Idevalidierung oder die kontinuierliche und für alle



Dr. Thorsten Schoormann,  
Achim Mauruschat (HI-Cube  
GmbH),  
Sebastian Sieloff (HI-Cube  
GmbH)

- *Digitale Werkzeuge zur Verbesserung des Gründungsprozesses*
- *Mit innovativen Technologien zu neuen Ideen gelangen*
- *Digitalisierung von Beratungsdienstleistungen für Start-Ups*

zugängliche Dokumentation einzelner Projektergebnisse, die für Kreativität und den Gründungsprozess eine große Rolle spielen.

### Das Start-up Center HI-Cube

Die HI-Cube GmbH befasst sich als Start-up Center mit der Begleitung von Start-ups insbesondere im Raum Hildesheim, der Metropolregion Hannover und Südniedersachsen. HI-Cube zielt auf die Förderung und internationale Vernetzung unterschiedlicher Akteure wie etwa Start-ups, Investoren, Ideengeber und Branchenexperten ab, um innovative Ideen, digitale Produkte und neuartige Geschäftsmodelle gemeinsam zu verwirklichen. Das vielfältige Leistungsangebot umfasst dabei u. a. Fortbildungen, Coaching und Transfer, Businessplanerstellung, Fördermittelberatung, Geschäftsmodellentwicklung, Systematisierung von Prozessen in der digitalen Transformation und Pitch-Trainings für Gründerinnen und Gründer. Mit Hilfe der HI-Cube GmbH konnten so bereits zahlreiche Start-ups aus verschiedenen Anwendungsfeldern erfolgreich realisiert werden, zu den beispielsweise PICTURE (Bildmanipulationserkennung mit KI), PHYNEO (digitales Gesundheitsmanagement) oder ROCKIT.EXPERT (Expertenfinder

für Finanzdienstleistungen) zählen. Da das Matching der unterschiedlichen Akteure im Gründungsprozess sehr zeitintensiv und mit hohen Kosten verbunden ist, hat sich HI-Cube der Herausforderung angenommen, Betreuungsphasen und -elemente zu digitalisieren um die Betreuung zu beschleunigen, die Betreuungskosten niedrig zu halten und gleichzeitig eine hohe Diversität von Expertise und Perspektiven in Startups zu tragen.

### Die HI-Cube Innovationsplattform InES

Zur Unterstützung des Dienstleistungsangebots der HI-Cube GmbH wird in Zusammenarbeit mit der JF thirteen Consulting GmbH sowie dem Teilprojekt „Process Engineering“ (Universität Hildesheim) aus dem Innovationsverbund SmartHybrid eine digitale Umgebung geschaffen, die es Gründerinnen und Gründern ermöglicht, orts- und zeitunabhängig Gründungsleistungen in Anspruch zu nehmen. Die Plattform InES (Innovative Exploration of Solutions) zielt dabei auf die Lösung komplexer Probleme mit Hilfe von Design Thinking-Methoden und interdisziplinären Expertenteams ab.

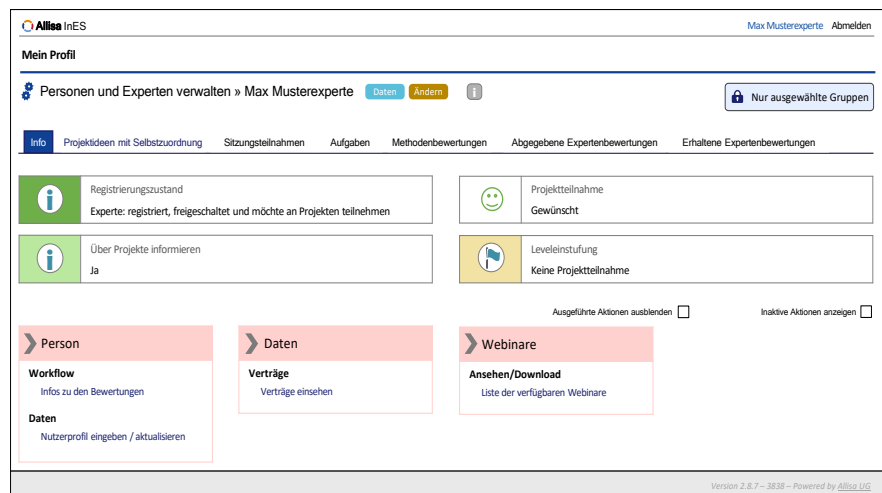
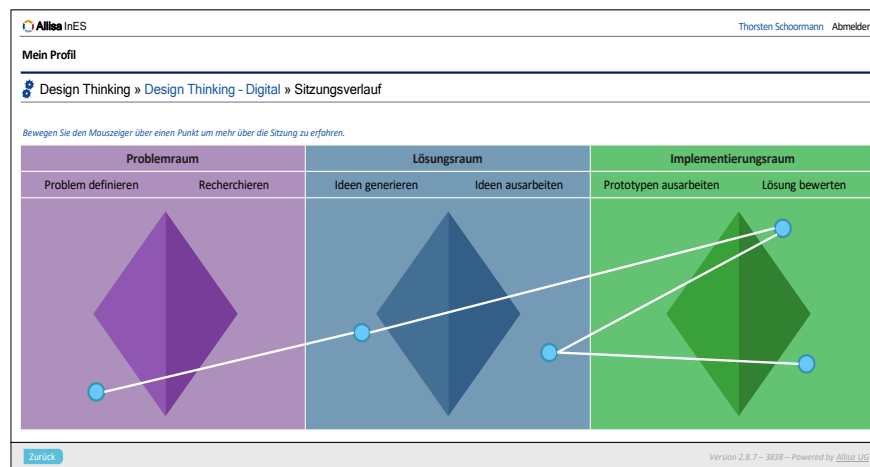


Abb. 1: Screenshots der InES-Innovationsplattform

Im Wesentlichen bietet die Plattform Unterstützung für die folgenden Aufgabenbereiche:

- Ideen sammeln und bewerten. InES ermöglicht sowohl Gründerinnen und Gründern als auch externen Beteiligten das Einstellen von Ideen für etwa neue Produkte oder Dienstleistungen. Damit kann das Begutachten und das Bewerten durch verschiedene Expertengremien angestoßen werden und es besteht die Möglichkeit u. a. Interessenten und Unterstützer zu finden, die den Gründungsprozess begleiten möchten.
- Kreativitätstechniken und Methoden nutzen. InES stellt eine Vielzahl von Techniken und Werkzeugen zur Förderung der Kreativität und Unterstützung einzelner Gründungsphasen wie die Ideengenerierung oder das Prototyping zur Verfügung. Plattformnutzer können so beispielsweise digitale Treffen planen und Techniken angeleitet umsetzen.
- Ergebnisse protokollieren und visualisieren. Im Kontrast zu analogen Umgebungen, erlaubt InES die automatische Protokollierung der digitalen Aktivitäten und Workshops an einer zentralen Stelle. Darüber hinaus werden bisherige Schritte und Ergebnisse visualisiert, sodass schnell Design-Entscheidungen, Lösungswege und Zwischenresultate nachvollzogen und reflektiert werden können, um den weiteren Projektverlauf gezielter zu planen (vgl. Abbildung 1, oben).
- Kollaborativ arbeiten. InES ist eine Web-Applikation mit der ortsunabhängig an gemeinsamen Projekten gearbeitet werden kann. Dazu können beispielsweise Nutzerprofile angelegt (z. B. eigene Interessen und Kompetenzen festlegen), Nachrichten in Gruppen und an Einzelpersonen versendet (z. B. Diskussionen zu bestimmten Themen

anstoßen), Gruppen zusammengestellt (Teams für spezifische Projekte erstellen) und Aufgaben koordiniert (z. B. Aktivitäten definieren, Nutzer zuweisen und Statusmeldungen berichten) werden (vgl. Abbildung 1, unten).

- Meetings virtualisieren. Unter Berücksichtigung weiterer Anwendungen und Technologien bietet InES verschiedene Interaktionsmöglichkeiten wie etwa das Halten moderierter Meetings (d. h. ein Moderator begleitet ein Team durch einen Workshop), das Durchführen von Online-Präsentationen oder das Verwenden von Audio- und Videochats.

### Bündelung von Technologien und Dienstleistungen

Die Plattform InES unterstützt sowohl den Prozess des Gründens von der Ideenfindung bis hin zur Finanzierung und Umsetzung dieser (d. h. Innovation als Prozess), stellt jedoch selbst ein neuartiges Leistungsangebot dar, das neue Ansätze und Technologien zur Digitalisierung von Gründungsprozessen und Kreativität implementiert (d. h. Innovation als Produkt). Das Leistungsangebot selbst verknüpft dabei im Sinne der hybriden Wertschöpfung vor allem Beratungs- und Trainingsdienstleistungen für Start-ups sowie deren prozessuale Umsetzung mit softwarebasierten Komponenten.

Insgesamt liefert die digitale Umgebung der HI-Cube wertvolle Ansätze und Softwarewerkzeuge die einen wichtigen Hebel für die Entwicklung und Umsetzung neuartiger Geschäftsmodelle sowie hybrider Leistungsbündel darstellen. Der Auf- und Ausbau wissenschaftlicher und praxisrelevanter Kompetenzen zu diesem Thema stärkt die Innovationskraft des Produktions- und Wirtschaftsstandort Niedersachsen sowie deren Gründerszene und damit auch die globale Wettbewerbsfähigkeit niedersächsischer Unternehmen.



6

# Toolbasiertes Konfigurations- und Flottenmanagement für ein Heißgetränke-PSS

Ziel des Projekts ist es, eine Unterstützung zur Planung und Aufbau eines PSS umzusetzen, mit Fokus auf verfügbarer Software. Für das System wird ein Anbieter-Geschäftsmodell angestrebt, bei dem die Produkte vom Anbieter entwickelt werden. In diesem Fall ist es wichtig, dass der Anbieter die Produkte planen und auf einzelne Anwendungssituationen anpassen und den Bestand und den Zustand der einzelnen Produkte in der Nutzungsphase zu dokumentieren kann.

## Angestrebtes Geschäftsmodell und Bedarf einer Softwareunterstützung

Ihr volles Potential können PSS vor allem bei Neuentwicklungen entfalten, da hier von Beginn an eine gleichberechtigte Betrachtung von Produkt- und Dienstleistungskomponenten möglich ist und keine frühzeitige Fokussierung auf eine Komponente (zum Beispiel bereits am Markt existierende Produkte) erfolgt. Für etablierte Unternehmen folgt daraus die Herausforderung, die Disziplin und Bereitschaft aufzubringen sich für eine Neuentwicklung von bewusst etablierten Mustern und Strukturen zu distanzieren. Junge und entstehende Unternehmen haben in der Regel weniger feststehende Abläufe in der Entwicklung einzelner Produkte, allerdings sind hier meistens auch die finanziellen Mittel geringer (oder fehlen ganz), um für die Entwicklung bestehende Softwarelösungen zu beschaffen. Um zu zeigen, dass auch ohne den vollen Umfang von Konfigurations-, PDM-, PLM-, und CRM-Softwarelösungen zu nutzen bereits mit einfachen Mitteln die PSS-Entwicklung und Konfiguration unterstützt werden kann, wird in diesem Artikel eine Möglichkeit vorgestellt, mit einer gängigen Tabellenkalkulation (MS Excel), eine Unterstützung für eine initiale PSS-Konfi-

guration, eine Datenbank (für Kunden-, Auftrags- und Produktinformationen) und Datenweitergabe für die Konstruktion erstellt werden kann. Dabei sind die angestrebten Nutzer des Tools, Personen aus der Planung und dem Verkauf, also keine Endkunden. Zentrales Produkt in dem betrachteten PSS ist ein Heißgetränke- oder Kaffeeautomat. Zu diesem Kaffeeautomat werden folgenden Geschäftsmodelle aufgebaut: Der Verkauf eines im Tool konfigurierten Automaten (der durch Dienstleistungen, wie Anwenderschulungen oder Verbrauchsüberwachung und -Analyse erweitert werden kann), die dem Verkauf nachgelagerte Erweiterung durch Dienstleistungen, die Reparatur von Maschinen und der Verleih von Maschinen. Um den Verleih realisieren zu können muss zunächst eine Flotte an Maschinen aufgebaut werden, die mit dem Tool auch konfiguriert und gesteuert wird.

## Struktur der umgesetzten Softwareunterstützung

Das bereits genannte Planungstool wird mit Hilfe der MS Excel Software erstellt. Kernfunktionen sind die Konfiguration von Automatenvarianten inklusive der Kombination mit Dienstleistungen (für den Verkauf



Daniel Kloock-Schreiber,  
Dr. Paul-Christoph Gembarski

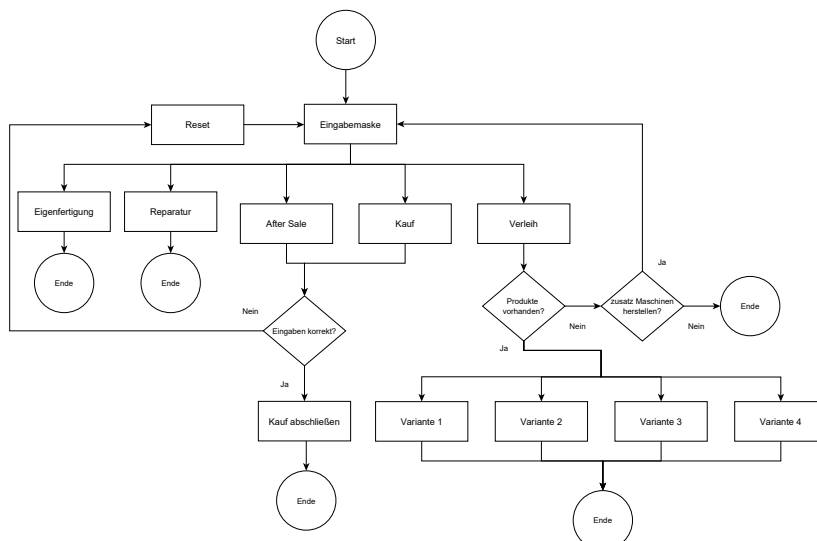


Abb. 1: Ablauf des Planungstools

- Anwendungsbeispiel einer PSS-Entwicklung für einen Heißgetränke-Bereiter
- Unterstützung durch verfügbare und bekannte Software
- Tool für Konfiguration und Flottenmanagement

und den Aufbau einer eigenen Flotte) und die Dokumentation aller erstellten Instanzen. Für den Verleih erfolgt eine äquivalente Konfiguration, an deren Ende der Abgleich mit der Datenbank der verfügbaren Automaten erfolgt, um ein Leihangebot zu erstellen. Wenn kein Angebot möglich ist kann über die Erstellung einer weiteren Maschine für den Pool entschieden werden. Für den Fall einer Reparatur wird die Automatenkennung abgefragt und die angefallenen Arbeiten werden in dem Tool dokumentiert, um die gespeicherten Daten zu den entsprechenden Automaten zu aktualisieren. Der grundlegende Ablauf des Planungstools ist in Abbildung 1 dargestellt.

Der Entwurf des Tools erfolgt nach der Bottom-Up Methode, dafür werden die Teilfunktionen des Tools unabhängig voneinander betrachtet und separat detailliert. Die Umsetzung des Tools erfolgt im Visual Basic Editor. Es werden Hierarchieebenen erstellt und so eine klare Struktur definiert, die Hierarchieebenen werden mit einem VBA-Code gelöst. Jeder Konfigurationsdurchlauf in dem Tool führt zu einem Parametersatz der gespeichert wird. Für diese Parametersätze sind verschiedene Tabellenblätter vorgesehen, in denen zum Beispiel die Auswahl daten zu Produkt- und Dienstleistungsteilen mit hinterlegten Kosten abgeglichen werden, um diese für die Auswahl zu berechnen. Darüber hinaus kann mit dem Parametersatz, der für den Konfigurierten Automaten hinterlegt wird durch eine Implementierung der Tabelle in Autodesk Inventor, eine automatisierte Konstruktion und Erstellung der CAD-Modelle erfolgen.

### Anwendungsbeispiel aus dem Projekt

Im hier beschriebenen Prototypen erfolgt die Umsetzung in einfachen Excel-Formularen. Ein Ausschnitt der Eingabemaske ist in

einem Ausschnitt in Abbildung 2 zu sehen. Diese Maske ermöglicht zu Beginn die Auswahl der vier Button „Kauf/Verleih/After-Sales“, „Reparatur“, „Eigenfertigung“ und „Reset“. Der letzte Punkt bietet die Möglichkeit getätigte Eingaben wieder zu löschen und unterstützt die Rückkehr zu den Anfangseinstellungen.

Der Punkt „Eigenfertigung“ ermöglicht die Konfiguration einer Maschine, für die das Programm einen Konstruktionsparametersatz erstellt und die Maschine nicht nur im Datenblatt „Produkte am Markt“ dokumentiert, sondern auch in die Datenbank des Flottenmanagements mit aufnimmt und in zukünftige Leihanfragen mit einbezieht. Unter dem Punkt „Reparatur“ erfolgt die Dokumentation aller Reparaturen und so auch die Speicherung von Änderungen von Automaten im Feld. Der Größte Funktionsumfang verbirgt sich hinter dem Button „Kauf/Verleih/ After-Sales“, hier erfolgt die Konfiguration des Gesamtsystems. Hier können für den Kauf Produkt- und Dienstleistungsvarianten ausgewählt werden, dabei werden durch das zugrunde liegende Regelwerk bei der Auswahl bestimmter Varianten weitere (nicht kompatible) Auswahlmöglichkeiten unterdrückt und ausgeblendet. Nach Abschluss der Konfiguration liefert das System auf Basis von hinterlegten Preisen für Einzelteile und Dienstleistungen einen ersten Preisrahmen. Weiterhin wird ein Parametersatz für einzelne Produktteile erstellt, der an ein CAD-System übergeben werden kann. Wenn der Produktkauf abgeschlossen wird, wird ein neuer Datensatz und damit eine neue Instanz in der Datenbank „Produkte am Markt“ gespeichert. Der Programmablauf für den Kauf ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die Option „After-Sales“ unterscheidet sich von dem Produktkauf im Wesentlichen in dem Punkt, dass beim Kunden schon ein Produkt vorliegt und zusätzliche Dienstleis-

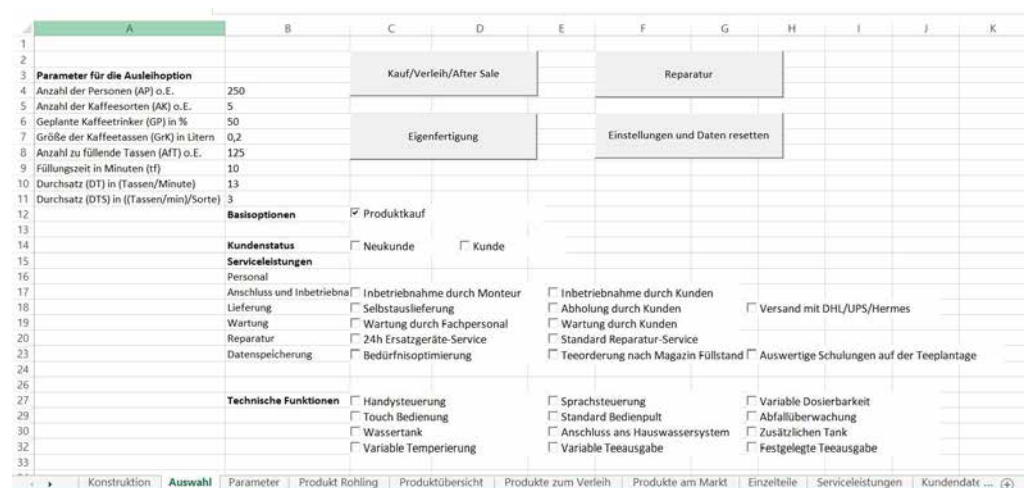


Abb. 2: Prototypische Eingabemaske

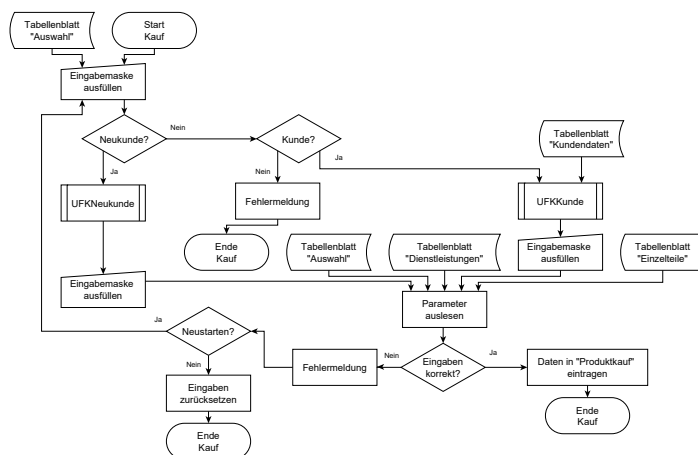


Abb. 3: Beispielhafter Programmablauf für den Kauf

tungen oder Nachrüstungen ausgewählt werden. Diese werden in die Datenbank mit aufgenommen, die Erstellung/ Dokumentation eines neuen Produktes erfolgt nicht.

Im Verleih wird ein weiterer, bisher noch nicht im Detail betrachteter Bereich des Programms genutzt. Hier erfolgt die Konfiguration über die Parameter der Ausleihoptionen, dazu gehören zum Beispiel die Anzahl der Personen, die Anzahl der gewünschten Kaffeearten, ein geforderter Durchsatz oder Ähnliches. Auf Basis dieser Informationen greift das Tool auf die Datenbank der Automatenflotte zu, in der die Einzelnen Automaten mit ihren Parametern, sowie deren Verfügbarkeit hinterlegt sind. Anschließend werden verschiedene Varianten für den Verleih vorgeschlagen, die sich in der Regel in der Anzahl der benötigten Automaten, sowie der Kombination verschiedener Automatenvarianten und den Kosten unterscheiden. Wenn ein Verleih abgeschlossen wird, wird dies in dem entsprechenden Datenblatt hinterlegt.

Ein wesentlicher Vorteil des vorgestellten Tools ist, dass durch die initiale Unterstützung bei der Konfiguration und Planung bereits standardisierte und somit vergleichbare Parametersätze erzeugt und gespeichert werden, anhand derer das System optimiert werden kann. Es liegen Datensätze für verschiedene Bereiche vor, anhand derer Kunden-, Maschinen- aber vor allem auch Flottendaten analysiert werden können. Zum Beispiel kann durch die Analyse von Reparaturdaten und eine Anfälligkeit bestimmter Baugruppen über verschiedene Produkte hinweg untersucht werden und so frühzeitig in weiteren Produkten der Flotte entsprechende Teile ausgetauscht werden, um Ausfällen zuvor zu kommen, oder die Informationen werden genutzt, um Neukonstruktionen entsprechend anzupassen. Eine weitere Möglichkeit ist die Betrachtung der Leihmaschine und damit die Analyse der

Auslastung der Flotte, aus der Rückschlüsse auf notwendige Erweiterungen oder mögliche Einsparungen gezogen werden.

### Ergebnisse und Fazit

Mit dem vorgestellten Tool ist es gelungen auf Basis von gut zugänglicher Software eine Unterstützung für den Aufbau, die Planung und den Betrieb eines PSS zu schaffen. Jede einzelne der Facetten kann in entsprechender Spezialsoftware mit (entsprechendem personellen und finanziellen Aufwand) weiter ausdetailliert werden, dennoch schafft bereits die vorliegende Lösung kostengünstig einen elementaren Mehrwert in dem PSS Aufbau. Neben der Konfiguration verschiedener Kombinationen der Produkte (und deren Ausprägungen) und Dienstleistungen erfolgt die strukturierte Dokumentation der erstellten Parametersätze, die entsprechend analysiert werden können. Diese Analyse ist insbesondere bei Betreiber Geschäftsmodellen von großer Bedeutung, da der Anbieter sein System so kontinuierlich verbessern und Kosten reduzieren kann.

In der Entwicklung des Tools war ein großer Vorteil der initiale Aufbau des PSS, da hier die möglichen Dienstleistungen- und Produktvarianten frei analysiert und die Abhängigkeit definiert werden konnten. Diese Abhängigkeiten wurden in einem Constraint-Netz aufgenommen und anschließend in das Tool überführt. Nichtsdestotrotz kann das Tool auch für bestehende Systeme adaptiert werden, indem hier bereits früher einzelne Abhängigkeiten festgelegt und in das System eingepflegt werden und so das Constraint-Netzwerk mit zusätzlichen externen Rahmenbedingungen definiert wird.

Diese Lösung zeigt, dass es auch mit dem Einsatz von Standardsoftware möglich ist, intelligente Systeme zu entwickeln mit deren Hilfe hybride Leistungsangebote geplant, erstellt und überwacht werden können.



7



# Zu innovativen Dienstleistungen durch Ideen-Workshops

## Anwendung für ein automatisiertes Thermostat

Ein vielversprechendes Anwendungsgebiet für PSS ist das Internet der Dinge (IoT). Insbesondere Smart Devices bieten die Möglichkeit Daten zu generieren, aus denen Dienstleistungen abgeleitet und Produkte zu PSS erweitert werden können. Um Konzeptideen für datenbasierte Dienstleistungen in produktbasierten Angeboten zu finden wurde am IPEG ein Workshop entworfen, mit dem Projektpartner vilisto durchgeführt und Erweiterungen für ein digitales Heizkörperthermostat durch Dienstleistungen erarbeitet.

### Projektpartner und Anwendungsfall

vilisto spart Unternehmen und Kommunen bis zu 40% Heizenergie, dies erfolgt ohne zusätzlichen Aufwand für die Kunden durch den Einsatz voll automatisierter Heizkörperthermostate. Die digitale Wärmemanagementlösung basiert auf Thermostaten mit integrierter Anwesenheitserkennung, Lernalgorithmen und Raumklimasensoren. Während die Thermostate die Raumtemperaturen vollautomatisch und bedarfsgerecht regeln, ermöglicht das angeschlossene Webportal eine zentrale und effiziente Verwaltung des Immobilienportfolios. 70% des Energieverbrauchs in Büro- und Verwaltungsgebäuden entfallen auf die Erzeugung von Raumwärme, dabei werden die meisten Büro- und Arbeitsräume jedoch bis zu 80% der Zeit nicht genutzt. Auch über das Wochenende stehen die Gebäude häufig leer und werden dennoch geheizt. Da die Nutznießer der bereitgestellten Wärme die Energiekosten nicht persönlich tragen, fehlt eine Incentivierung, um Energie zu sparen (Trittbrettfahrer-Problem). vilisto löst dieses mit einer vollautomatischen Steuerung, um die sich der Nutzer nicht kümmern muss.

Es ist weder eine aufwändige Einstellung eines Heizkalenders noch eine Überwachung per App notwendig. Die Wohlfühltemperatur wird direkt am Heizkörperthermostat per Drehrad eingestellt. Das System ist mit zwei Technologien ausgestattet: Zum einen besitzt das Thermostat Ovis Sensoren, mit denen eine Präsenz im Raum festgestellt werden kann. Zum anderen verarbeitet das Gateway shepherd die gesammelten Daten von Ovis (Abbildung 1) mit Hilfe intelligenter Algorithmen. Das System lernt so das Nutzungsverhalten eines jeden Raumes und generiert daraus einen dynamischen Heizkalender. Auch die individuelle Beschaffenheit der Räume wird in den intelligenten Algorithmen berücksichtigt und beeinflusst unter anderem das Vorheizen der Räume. Als zusätzliche Funktion wird während der Nutzung die örtliche Wettervorhersage mit

einbezogen, um bei gutem Wetter die Erwärmung des Raumes durch Sonneneinstrahlung zu berücksichtigen. Zudem erkennt das System, sobald ein Fenster zur Lüftung geöffnet wird und regelt die Heizung herunter.

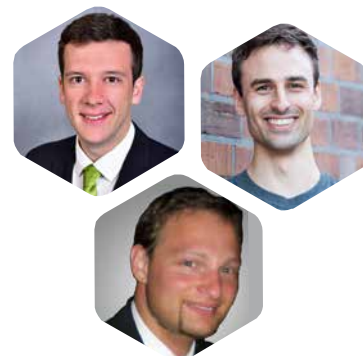


Abb. 1: Vilisto Ovis Thermostat

Neben der angepassten Regelung der Raumtemperatur ist eine weitere Nutzung der Thermostate und Sensoren denkbar, um eine Erweiterung des Werteangebots zu erreichen. Damit diese Erweiterungen des bestehenden Systems herausgearbeitet und betrachtet werden können, wird ein mehrstufiger Workshop entwickelt. Ziel des Workshops ist es, Konzeptideen für datenbasierte Dienstleistungen zu finden, die bestehenden Angebote erweitern. Dafür erfolgt eine strukturierte Informationssammlung mit Experten aus der Entwicklung, die gezielt mit der Aufnahme von Daten und Sensoren (auch über die im Produkt bestehenden hinaus) beginnt. So ist es möglich, sich mit den Experten aus dem bestehenden „produktbezogenen“ Fachbereich schrittweise potentiellen Dienstleistungen zu nähern. In dem in diesem Artikel beschriebenen Anwendungsfall wird der Workshop mit Mitarbeitern der Firma vilisto (Leiter Unternehmensentwicklung, Leiter technische Entwicklung, Mitarbeiter Software Entwicklung, Mitarbeiter Kundenmanagement) und zwei Angehörigen des Instituts für Produktentwicklung und Gerätebau der LUH durchgeführt.

### Aufbau des Workshops

Der Aufbau des Workshops orientiert sich in



Daniel Kloock-Schreiber,  
Christoph Berger (Vilisto GmbH),  
Dr. Paul-Christoph Gembarski

- *Workshop zur Erarbeitung von Konzeptideen*
- *Datenbasierte Dienstleistungen „Bottom-Up“ entwickeln*
- *Smart Devices in PSS einbinden*
- *Erweiterungen eines digitalen Heizkörperthermostats*

seiner Struktur an der DIKW (data, information, knowledge, wisdom) Pyramide (Abbildung 2) und wird im Folgenden vorgestellt:

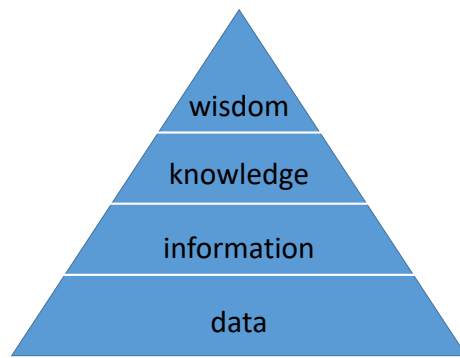


Abb. 2: DIKW-Pyramide nach Rowley (2006)

Die Pyramide zeigt Stufen der Datenverarbeitung und ist von der Basis (den Daten) aufsteigend aufgebaut. Die Daten sind objektive Fakten; sie sind ohne Zusammenhang und weitere Hintergründe nicht deutbar und als „Rohmaterial“ zu verstehen [VDI 5610]. In der zweiten Schicht folgen die Informationen, diese sind strukturierte Daten mit Relevanz und Zweck, die in einen Kontext gebracht, kategorisiert, kalkuliert und korrigiert werden können [VDI 5610]. Als nächstes folgt das Wissen, dies ist vernetzte Information, die in die Lage versetzt, Vergleiche anzustellen, Verknüpfungen herzustellen und Entscheidungen zu treffen [VDI 5610]. An der Spitze der Pyramide steht die Erkenntnis und damit geht einher die Fähigkeit, die Effektivität zu erhöhen. Erkenntnis schafft einen Mehrwert, der Urteilsvermögen erfordert. Die ethischen und ästhetischen Werte, die dies impliziert, sind dem Akteur inhärent und einzigartig und persönlich. Analog zu den vier Ebenen werden in dem Workshop, dem Bottom-Up-Ansatz folgend, in vier Phasen Informationen und Ideen gesammelt (siehe Abbildung 3).

Ziel dieses Vorgehens ist es, Daten zu finden, die erfasst werden können, über deren

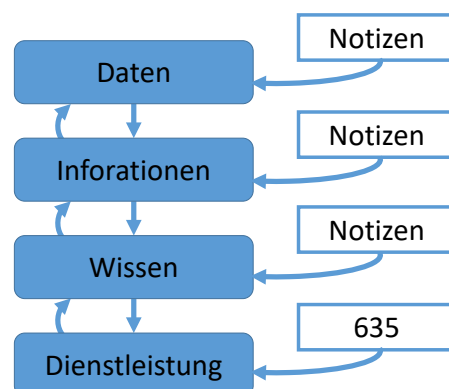


Abb. 3: Ablauf des Workshops

Strukturierung zu Informationen zu gelangen und potentielles Wissen zu sammeln, das aus den Informationen abgeleitet werden kann. Auf Basis dieses Wissens werden im vierten Schritt Ansätze für Dienstleistungen erarbeitet. Dafür werden die einzelnen Ebenen auf einen beschreibenden Satz zusammengefasst, diese Sätze sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Den Phasen sind Methoden zur Ideengenerierung und -Sammlung zugeteilt, dabei wird für die ersten drei Phasen eine Methode verwendet, bei der die einzelnen Teilnehmer ihre Ideen dokumentieren, ohne von anderen Teilnehmern beeinflusst zu werden. Dies erfolgt durch eine schriftliche Dokumentation der Keywords zu den einzelnen Ebenen auf Post-its, die anschließend gesammelt und den anderen Teilnehmern vorgestellt werden. Durch diese drei Phasen wird eine Grundlage für die Ideenfindung in der vierten Phase des Workshops geschaffen, für die die Anwendung der Methode 635 erfolgt. Ziel dieser Methode ist es, die initialen Ideen der Teilnehmer weiter zu entwickeln und assoziativ zu kreativen Problemlösungsideen zu kommen. Bei der Durchführung tragen sechs Teilnehmer in jeder Runde (3 bis 5 Minuten) drei Ideen auf einem Arbeitsblatt ein. Nach jeder Runde werden die Arbeitsblätter weitergegeben und die nächste Runde startet. In einer abschließenden Phase werden die Workshop Ergebnisse in einer offenen Diskussion analysiert und eine erste Sortierung nach „Relevanz“ wird durchgeführt.

Der Workshop wird von einem Moderator geleitet, der Arbeitsaufträge verteilt und die einzelnen Phasen anleitet. Der Ablauf, beginnend mit der Phase „Daten“, sowie die Methoden zu den einzelnen Phasen sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Phasen sind dabei so angeordnet, dass ein Zurückspringen in vorherige Phasen erlaubt ist, um weitere Ideen nachzutragen. Ein Springen in eine spätere Phase ist jedoch untersagt, da dies eine frühzeitige Festlegung auf bestimmte Idee zur Folge haben und so die Kreativität der Teilnehmer behindern könnte.

#### Durchführung des Workshops bei vilisto

Zur Durchführung des Workshops werden ein Whiteboard, Post-its in drei unterschiedlichen Farben, Notizblätter A<sub>4</sub> (für die Schreibphasen), A<sub>3</sub> Blätter mit 18 Feldern (für die Methode 635), sowie Stifte für alle Teilnehmer und eine Uhr zur Zeitkontrolle benötigt. Nach einer Einführung in das Thema PSS und den Ablauf des Workshops, werden die ersten drei Arbeitsphasen durchgeführt. In jeder dieser Phasen haben die Teilnehmer bis zu 10 Minuten Zeit ihre Ideen in einer Schreibphase zu notieren. Anschlie-

<i>Daten</i>	Daten sind objektive Fakten, sie sind das Rohmaterial der Sensoren.	Spannung
<i>Informationen</i>	Informationen sind strukturierte Daten, sie haben einen Zweck und können in einen Kontext gebracht werden.	Schalldruckpegel
<i>Wissen</i>	Wissen ist die Vernetzung von Informationen, es können Vergleiche und Verknüpfungen hergestellt werden.	Lautstärke im Raum
<i>Erkenntnis</i>	Weisheit schafft einen Mehrwert und ist Nutzung des Wissens für das Erbringen einer Dienstleistung.	Raumnutzungsempfehlung aufgrund von bekannten und wiederkehrenden Lautstärkepegeln in den Räumen zur Verringerung der Lärmbelastigung

Tabelle 1: Beschreibende Sätze der Ebenen

End werden in bis zu 30 Minuten die Ergebnisse gesammelt und mit Post-its auf dem Whiteboard dokumentiert (zu sehen auf Abbildung 4). Dabei ist jeder Phase eine Farbe zugeordnet beginnend mit den Daten (rot), gefolgt von Informationen (gelb) und Wissen (grün). Zum Abschluss jeder Phase besteht die Möglichkeit Ideen, die durch die Sammlung der Ideen aller Teilnehmer entstanden sind, nachträglich am Whiteboard zu ergänzen.

In diesen ersten drei Phasen wird die Basis für die Entwicklung von Dienstleistungs-Ideen



Abb. 4: Zwischenergebnis nach 3. Phase

geschaffen, dabei wurde sich bewusst nicht nur auf die Sensorik des aktuellen Produkts beschränkt, sondern auch weitere Möglichkeiten der Datenerfassung mit in Betracht gezogen.

Nachdem die Grundlage zur kreativen Ideenfindung geschaffen wurde, erfolgt in der vierten Phase die Generierung von Dienstleistungen basierend auf dem bestehenden Wissen. Die Dokumentation erfolgt auf den Blättern, die für die Methode 635 vorbereitet wurden. Zum Abschluss der vierten Phase werden die entstandenen Ideen vorgestellt und in einer offenen Diskussion analysiert und bewertet. Im Anschluss an den Workshop werden die erarbeiteten Dienstleistungsideen in einer Tabelle gesammelt und

aufbereitet. Auf dieser Basis kann eine Bewertung der gesammelten Ideen erfolgen.

### Ergebnisse und Fazit

Im Rahmen des durchgeführten Workshops konnten 47 potentielle Dienstleistungen erarbeitet werden, die das bestehende Angebot aus Hardware und Software-Komponenten zu Produkt-Service Systemen in verschiedenen Ausprägungen erweitern. Diese Dienstleistungen müssen noch marktseitig betrachtet werden, auch die Anpassung und Erweiterung bestehender Produkt- und Softwarekomponenten muss analysiert werden, da für einige Dienstleistungen weitere Sensoren benötigt und eingebaut werden müssten.

In der Evaluation des Workshops haben sich zwei Punkte, als wichtig herausgestellt. Zum einen, dass initial der Betrachtungshorizont über das bestehende Produkt hinaus erweitert und so bestehenden gedankliche Strukturen aufgebrochen werden. Und zum anderen, dass durch den Start der Ideensammlung im Wissensgebiet der Workshop Teilnehmer, diese langsam über die einzelnen Phasen des Workshops zur Ideenfindung der Dienstleistungskonzepte hingeführt werden und gleichzeitig ein frühzeitiges Festlegen auf bestimmte Dienstleistungskonzepte verhindert wird. Dieses Konzept lässt sich auf weitere Bereiche adaptieren, indem die einzelnen Ebenen der DIKW-Pyramide auf die entsprechenden Anwendungsszenarien angepasst werden und so Entwickler aus anderen Fachbereichen adressiert werden. So können auch diese aus ihrem Spezialgebiet heraus an die Entwicklung von Dienstleistungen heran geführt und es können Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie bestehende Produkte erweitert werden können.



8

# Hybride Leistungsbündel für den 3D-Druck: Konzeption eines Cyber-Physischen Produktionssystems

Das Bündeln von Sach- und Dienstleistungen in Form von integrierten Produkt-Service-Systemen (PSS) gilt als Schlüsselkonzept für Produktinnovation und Wertsteigerung und bietet darüber hinaus die Möglichkeit zur Erschließung von ökologischen Potentialen über den gesamten Lebenszyklus. Dies gilt insbesondere dann, wenn es gelingt, die Lebensdauer und / oder die Nutzungsintensität von Produkten zu erhöhen und zeitgleich unnötige Abfälle zu vermeiden. Demgegenüber stehen jedoch auch mögliche Nachteile, wie beispielsweise erhöhter Verschleiß. Um die vielfältigen Potentiale hybrider Leistungsbündel vollständig zu erschließen und mögliche Nachteile zu vermeiden, bedarf es systematischer Analysen der Vorteilhaftigkeit verschiedener Varianten von Leistungsbündelungen und / oder Angeboten bereits in frühen Phasen der Konzeptionierung von PSS. Auf dieser Basis können informierte Entscheidungen über mögliche PSS-Ausgestaltungen getroffen werden. Nachfolgend wird am Beispiel hybrider Leistungsbündel für 3D-Drucker beschrieben, wie eine solche Konzeptionierung von PSS bereits in frühen Phasen mit einer ökologischen Bewertung verbunden werden kann.

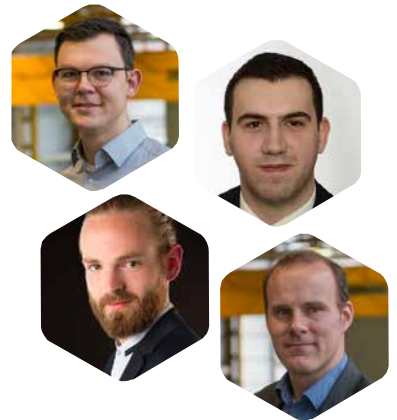
## Einleitung

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus den vorangegangenen Arbeiten im Projekt SmartHybrid wird im vorliegenden Beitrag demonstriert, wie Ansätze zur Konzeptionierung von Produkt Service Systemen frühzeitig mit einer ökologischen Potentialabschätzung kombiniert werden können. Die Konzeptionierung umfasst hierzu die technische Ausgestaltung einer Technologieplattform sowie die Ausgestaltung eines zugehörigen Geschäftsmodells. Hierauf aufbauend erfolgt eine Verknüpfung mit einer vereinfachten, orientierenden ökologischen Bewertung (sog. Screening Life Cycle Assessment). Im vorliegenden Beitrag dient ein konventioneller Filament 3D-Drucker, welcher mit Systemen zur Datenerfassung und -auswertung ausgestattet wird, als beispielhafte Technologieplattform. Diese eröffnet die Möglichkeit zur Konzeptionierung hybrider Geschäftsmodelle. Neben dem Leistungsangebot des Druckers selbst werden weitere Angebote unterstützt, indem beispielsweise Prozessdaten für zukünftige Druckvorgänge bereitgestellt werden, welche für das schnelle Drucken von Prototypen oder das selbstständige Drucken von Ersatzteilen nutzbar sind. Auch können die Daten für Ansätze der prädiktiven Instandhaltung verwendet werden. Eine ökologische Bewertung der technischen Umsetzung und von zu konzeptionierenden Geschäftsmodellen liefert dann Aufschluss darüber, ob ein Geschäftsmodell einen positiven Beitrag im Hinblick auf die Umweltwirkungen erzeugen kann und welche Faktoren hier in welchem Maße Einfluss haben.

## Technische Konzeptionierung

Für die Darstellung der weiteren Ausführungen dient im vorliegenden Beitrag eine Technologieplattform basierend auf einer physischen 3D-Druckproduktionsmaschine (physisches System), welche mit einem Datenerfassungssystem und einer cloud-basierten Lösung zur Datenanalyse und -auswertung (Cyber-System) verknüpft wird. Der technische Aufbau des Systems ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Technologieplattform ist als Cyber-physisches Produktionssystem konzipiert, welches mit einem Service-System und den dazugehörigen Geschäftsmodellen kombiniert wird. Beginnend mit der physischen Ebene (Hardware, unterer Bereich Abbildung 1) steht der 3D-Drucker im Mittelpunkt der Betrachtung. Ebenfalls auf der physischen Ebene bilden intelligente, skalierbare Mess- und Prognosesysteme die Schnittstelle zwischen dem physischen System und dem Cyber-System. Sie ermöglichen die effiziente und kundenspezifische Erfassung von Betriebs- und Prozessdaten sowie eine Prognose des Betriebsverhaltens der Produktionsmaschine. Mittels geeigneter „Low-cost“-Sensorik ist es möglich, den Betriebszustand des Druckers aufzunehmen. Das von Bosch entwickelte Sensorsystem XDK kommt hierbei zum Einsatz, um sämtliche Umgebungsdaten des Systems, wie beispielsweise die Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder die Vibrationen aufzunehmen und per Internet of Things Protokoll (MQTT) zu versenden. Der Smart-Plug misst den Energieverbrauch des Druckers und wird



Malte Schäfer,  
Christopher Rogall,  
Dr. Thorsten Schoormann,  
Dr. Mark Mennenga

Teile dieses Artikels basieren auf einem 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.

- *Konzeptionierung einer technischen Plattform als Basis für PSS am Beispiel 3D-Drucker*
- *Anwendung eines Business Modell Canvas zur Konzeptionierung neuer Geschäftsmodelle*
- *Ermittlung von ökologischen Potenzialen und grundlegende Hilfestellung für die Ausgestaltung von ökologisch orientierten PSS am Beispiel 3D-Drucker*

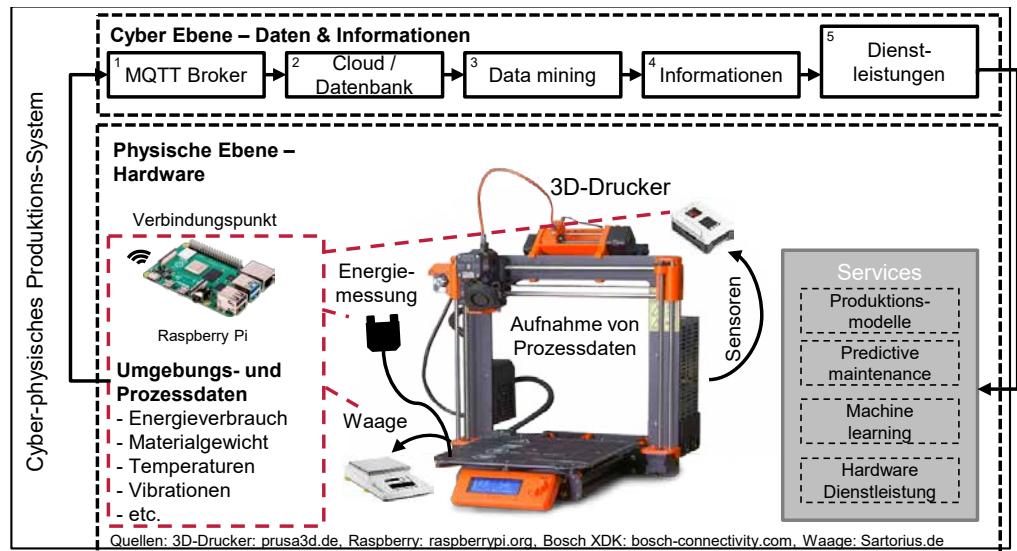


Abb. 1: Technische Konzeptionierung

per WLAN angebunden. Zusätzlich sind durch die Verwendung einer offenen Computer-Schnittstelle am Drucker die Prozessdaten erfassbar. Somit ist nicht nur der Status des Druckes überprüfbar, sondern auch die Analyse des G-Codes möglich. Um die Messung des Materialgewichtes sowie der Support-Strukturen durchführen zu können, gehört eine Waage mit zum technischen Aufbau. Beim Aufbau eines solchen Systems und der damit einhergehenden Überführbarkeit in die Praxis sollten die Konnektivitätsstrukturen einfach zu implementieren und mittels allgemein gebräuchlicher Hardware umzusetzen sein. Im Anwendungsfall werden mehrere Raspberry Pi Computer verwendet, um dies sicherzustellen. Durch das Bereitstellen eines WLAN-Netzwerks über einen Raspberry können alle relevanten Daten per MQTT übermittelt werden. Das Raspberry dient somit als Verbindungspunkt zwischen der physischen und der Cyber-Ebene.

In der Cyber-Ebene (Daten und Informationen, oberer Bereich Abbildung 1) findet die Datenübermittlung und -verarbeitung, mit dem Ziel der Bereitstellung von Dienstleistungen für die physische Ebene, statt. Im Versuchsaufbau wird die interne Kommunikation durch das Nachrichtenprotokoll MQTT gelöst, während ein WLAN-Netzwerk gehostet wird. Der MQTT-Broker dient als zentraler Knoten für alle MQTT Nachrichten des Druckers und der Sensoren. Diese Daten werden über die Software Anwendung Node-Red und einem Raspberry Pi Computer verarbeitet und über mehrere Schritte an eine Cloud-Lösung übermittelt. Für die Cloud-Lösung sind diverse Anbieter am Markt (z.B. Amazon AWS, IBM Watson), die kostenlose Dienstleistungen in dem Bereich bereitstellen. Die ermittelten Sensor- und Prozessdaten werden in einer Datenbank mithilfe von primary keys identifiziert und

sind somit bestimmten Zeitpunkten zuzuordnen. Durch diese Klassifikation von Datensätzen können ausführliche Analyseverfahren zum Einsatz kommen (Data Mining). Ausgehend von der Technologieplattform können modulare industrielle Dienstleistungen (z.B. Wartungsleistungen) sowie digitale Serviceanwendungen (z.B. prädiktive Instandhaltung, Predictive Maintenance, PM) von Drittanbietern bereitgestellt werden, welche individuell auf die Servicenutzer zugeschnitten sind.

### Konzeptionierung von Geschäftsmodellen für den 3D-Drucker

Die Bewertung neuer Geschäftsideen bereits während der Ausgestaltungs- und Entwurfsphase stellt viele Unternehmen vor eine große Herausforderung. So gilt es beispielsweise bereits frühzeitig sowohl Kosten als auch weitere Auswirkungen neuer Geschäftsmodelle abzuschätzen. Bestehende Ansätze fokussieren dabei häufig nur wirtschaftliche Aspekte, wodurch soziale und ökologische Auswirkungen meist vernachlässigt werden (vgl. Ansätze für die Bewertung von Geschäftsmodellen in Schoormann et al. 2017). Im Folgenden wird erläutert, wie Unternehmen informierte Entscheidungen hinsichtlich ökologischer Effekte von verschiedenen Leistungsbündelkonfigurationen oder Angebotsvarianten treffen können. In SmartHybrid werden dazu Ansätze für die Erstellung von Geschäftsmodellen (vgl. Schoormann et al. 2018) mit Methoden zur orientierenden Ökobilanzierung verknüpft, um Bewertungen und Auswirkungen spezifischer Konfigurationen abzuschätzen. Mit Hilfe dieser Bewertungen können Grundlagen für Entscheidungen verbessert und nachhaltige Lösungen gewählt werden. Zur Demonstration werden zwei Varianten von 3D-Drucker-Geschäftsmodellen ver-

wendet (vgl. Abbildung 2). Bei der ersten Variante handelt es sich um ein Geschäftsmodell, das den Verkauf von 3D-Druckern forciert (Modell ‚Verkauf‘). Dabei übernimmt der Anbieter die Verkaufs- und Beratungsgespräche mit (potenziellen) Kunden und vertreibt die Drucker über einen eigenen Webstore und auf Messen. Einnahmen werden hier ausschließlich über den Verkauf von Druckern und, insofern nötig, über den Verkauf von dazugehörigen Ersatzteilen erzielt. In der zweiten Variante steht nicht der Drucker-Verkauf, sondern die ‚kontinuierliche Druckfähigkeit‘ als Bündel von Sach- und Dienstleistungen im Vordergrund. Zur Erreichung dieses Nutzenversprechens werden Ansätze aus dem PM verwendet, mit dem die Leistungsfähigkeit und die Bestandteile des 3D-Druckers überwacht werden. Damit werden Defekte frühzeitig erkannt und entsprechende Reparaturen rechtzeitig vor dem Ausfall durchgeführt. Insgesamt kann mit der PM Lösung der Materialverbrauch reduziert und der Produktionsabfall verringert werden (z. B. aufgrund geringerer Fehldrucke). Demgegenüber stehen jedoch höhere Hardwarekosten und Stromverbräuche (z. B. durch verbaute Sensorik zur Datenerhebung).

Mit Hilfe der Visualisierung des Geschäftsmodells (vgl. Abbildung 2) können bereits erste Aspekte für die ökologische Bewertung beleuchtet werden. Für eine vertiefende Betrachtung bedarf es allerdings weiterführender systematischer Analysen, welche nachfolgend ausführlicher dargestellt sind.

### Bewertung mittels einer orientierenden Ökobilanz (Screening-LCA)

Die beiden Geschäftsmodelle ‚Verkauf‘ und ‚kontinuierliche Druckfähigkeit‘ sollen an dieser Stelle hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen verglichen werden. Dies soll

mittels einer sog. „Screening LCA“ (LCA = Life Cycle Assessment, Ökobilanzierung) geschehen, da diese Methodik sich für eine frühzeitige Abschätzung zu einem Zeitpunkt eignet, an dem noch nicht alle notwendigen Daten für eine vollständige Ökobilanz vorliegen. Dazu wird das „LiSET Framework“ von Hung et al. aufgegriffen, welches sich auf Grund seiner Ausrichtung auf die frühzeitige Bewertung von Technologien gut für den vorliegenden Anwendungsfall eignet. An Stelle von Technologien erfolgt die Anwendung hier auf Geschäftsmodelle, welche stark auf Technologien (3D Drucker mit Predictive Maintenance) basieren.

Die Methodik besteht aus vier Schritten: Dekompositionsanalyse, Definition der Lebenszyklusaspekte, Bewertung der Lebenszyklusaspekte und Iteration. In der Dekompositionsanalyse werden mittels eines Top-Down Ansatzes Aspekte identifiziert, welche die Umweltwirkungen des Produktsystems beeinflussen (z.B. Energiebedarf). Bei der Definition der Lebenszyklusaspekte werden anschließend physikalische Eigenschaften definiert, welche die Terme der Dekompositionsanalyse repräsentieren (z.B. elektrischer Energiebedarf eines Druckers in der Nutzungsphase). Dabei wird zwischen intrinsischen und extrinsischen Aspekten unterschieden: erstere sind inhärente Eigenschaften einer Technologie bzw. eines Geschäftsmodells (z.B. der zusätzliche Produktionsaufwand für IT Hardware im Falle des Predictive Maintenance Geschäftsmodells zur Erhaltung der kontinuierlichen Druckfähigkeit), andere beschreiben äußere Rahmenbedingungen, die sich unabhängig von Technologie bzw. Geschäftsmodell ändern können (z.B. Transportaufwand). Die Bewertung der Lebenszyklusaspekte erfolgt mittels eines dreistufigen Ampelsystems (grün: vorteilhaft, gelb: unentschieden, rot:

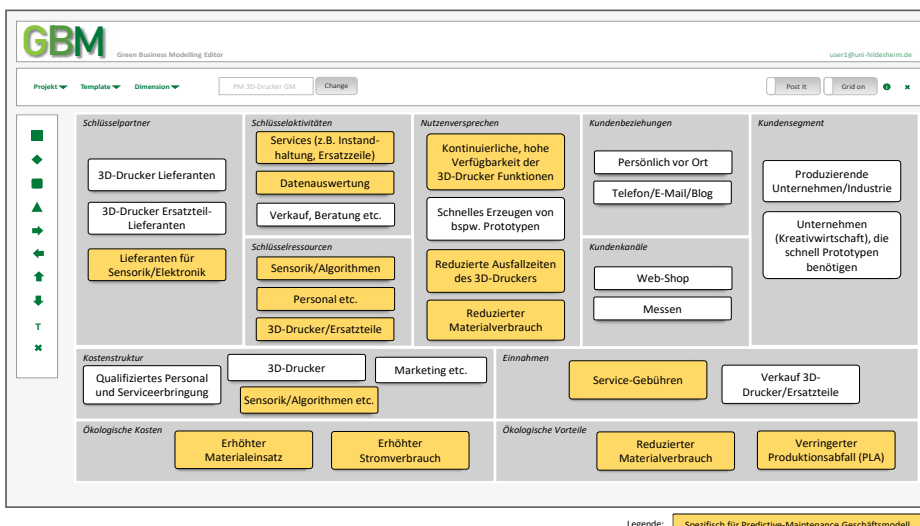


Abb. 2: Zwei Geschäftsmodell-Varianten für den 3D-Drucker

nachteilig). Anschließend können verschiedene Gewichtungen für die einzelnen Lebenszyklusaspekte, und, bei mehr als zwei zu vergleichenden Kandidaten, auch noch verschiedene Rangfolgen- bzw. Klassifizierungsverfahren angewendet werden. Dies ist für diesen Fall (nur zwei Kandidaten werden verglichen) nicht relevant.

Bei der Dekompositionsanalyse wird auf die Faktoren aus Hung et al. (2018), Ebene II zurückgegriffen: direkter und indirekter Energie- sowie Materialaustausch, und zusätzlich der Aufwand für Dienstleistungen entlang der Wertschöpfungskette. Diese werden beschrieben durch Lebenszyklusaspekte, welche in Tabelle 1 dargestellt sind.

Die Beschreibung der Eigenschaft intrinsisch/extrinsisch bezieht sich in diesem Fall auf das Geschäftsmodell, nicht primär auf die Technologie, die diesem zu Grund liegt. Daher sind hier die einzigen extrinsischen Aspekte die Aufwände für den Transport.

Die Bewertung in Tabelle 1 bezieht sich jeweils darauf, welches Geschäftsmodell hinsichtlich des entsprechenden Aspekts ökologisch vorteilhaft (+), nachteilig (-) oder etwa gleich in Bezug auf die Alternative zu bewerten ist (o).

Es wird angenommen, dass sich durch das neue Geschäftsmodell (kontinuierliche Druckfähigkeit) der Produktionsabfall reduziert, da weniger Material auf Grund von Fehldrucken verschwendet wird. Der Ersatzteilbedarf steigt, da angenommen wird, dass beim üblichen Verkaufsmodell normalerweise ein neuer Drucker beschafft wird, statt ein Ersatzteil zu ordern (die Lebensdauer eines Druckers wird verlängert). Weiterhin wird angenommen, dass die Drucker im neuen Geschäftsmodell weniger Zeit im Stillstand bzw. Standby Betrieb verharren (bessere Ausnutzung der Drucker wegen reduzierter „Down-Time“), wodurch der spezifische Energiebedarf (bezogen auf ein produziertes Werkstück) sinkt. Dadurch werden gleichzeitig auch weniger Drucker insgesamt benötigt, um die gleiche Anzahl an Werkstücken zu fertigen – mit Auswirkungen auf den Energiebedarf insgesamt, die Lärmemissionen, die Schallemissionen, sowie den Aufwand zum Transport von neuen Druckern. Der Materialbedarf zur Herstellung eines einzelnen Druckers bleibt jedoch konstant. Zusätzlich wird für das neue Geschäftsmodell zur Umsetzung der PM Funktionalität, IT Hardware in Form von Sensorik und Rechnern benötigt, welche es herzustellen, zu transportieren und zu betreiben gilt. Als letzter Punkt gilt es zu beachten, dass durch die zusätzlichen Dienstleistungen des neuen, dienstleistungsorientierten Geschäftsmodells zusätzliche Aufwände (z.B. Rechnerar-

beitsplätze entstehen), welche beim klassischen verkaufsorientierten Geschäftsmodell nicht angefallen sind.

In einem nächsten Schritt könnte eine Gewichtung der einzelnen Lebenszyklusaspekte erfolgen, um eine Gesamtbewertung zu erhalten. Dies wird hier jedoch nicht vorgenommen, da nicht bekannt ist, welche der Aspekte sich wie stark auf die Gesamtbewertung auswirken. Trotzdem wird so bereits deutlich, in welchen Bereichen das Produkt-Service-System auf Basis von Predictive Maintenance ökologische Vorteile, und an welcher Stelle es Nachteile aufweist. In dem von Hung et al. beschriebenen iterativen Vorgehen könnte die Bewertung in einem nächsten Schritt nun verbessert werden, indem Daten zur Bewertung der einzelnen Kategorien gesammelt werden und die Bewertungsstufen sowie -kategorien weiter verfeinert werden. Schließlich ist der Übergang zu einer vollständigen Ökobilanz gemäß ISO 14040 fließend, wobei es die in der zweiten Broschüre (Beitrag S. 42) genannten Aspekte bei der Definition der funktionellen Einheit und der Systemgrenzen zu beachten gilt.

#### Fazit und Ausblick

Mittels einer integrierten Konzeptionierung von technischen Systemen sowie der zugehörigen Geschäftsmodelle unter Einbeziehung der Analyse ökologischer Auswirkungen ist eine ganzheitliche, integrierte Betrachtung von Produkt Service Systemen möglich. Bereits frühzeitig können potenzielle Schwachstellen, Hot-Spots und Problemverschiebungen antizipiert und das Gesamtsystem dahingehend optimiert werden.



# Anhang: Tabelle 1

<i>Dekompositionsterm</i>	<i>Intrinsisch/ extrinsisch</i>	<i>Lebenszyklusaspekt</i>	<i>'Verkauf'</i>	<i>'kontinuierliche Druckfähigkeit'</i>
<b>Direkter Materialaustausch</b>	intrinsisch	Menge Produktionsabfall	-	+
	intrinsisch	Ersatzteilbedarf	+	-
<b>Direkter Energieaustausch</b>	intrinsisch	Energiebedarf Drucker	-	+
	intrinsisch	Energiebedarf IT Hardware	+	-
	intrinsisch	Erzeugte Wärmeabstrahlung	-	+
	intrinsisch	Erzeugte Lärmemissionen	-	+
<b>Material entlang der Wertschöpfungskette</b>	intrinsisch	Anzahl produzierter Drucker	-	+
	intrinsisch	Materialbedarf pro hergestelltem Drucker	0	0
	intrinsisch	Materialbedarf durch Anzahl Drucker	-	+
	intrinsisch	Materialbedarf für IT Hardware	+	-
	intrinsisch	Lebensdauer eines Druckers	-	+
<b>Energie entlang der Wertschöpfungskette</b>	extrinsisch	Transportenergie für alle Drucker	-	+
	extrinsisch	Transportenergie für IT Hardware	+	-
	extrinsisch	Transportenergie für Ersatzteile	+	-
	extrinsisch	Transportenergie für Verbrauchsmaterial	-	+
<b>Dienstleistungen entlang der Wertschöpfungskette</b>	intrinsisch	Aufwand für Verkauf, Beratung & Kundenbetreuung	-	+
	intrinsisch	Aufwand für IT Hardware Programmierung & Auswertung	-	+
	intrinsisch	Aufwand für Supply Chain Management	-	+



PrM Production Management  
P Processes

**06 Flexible Production**

- i** The flexible production system allows you to react to requirements of the products (type, quality, amount).
- +** You can achieve time and cost benefits in secure your future. A fast processing of a low-cost changeovers to product alternatives possible.
- High investments are necessary. The productivity might decrease.

**Ecology**

Manufacturer: Investment, Lead Time, Cost

Customer: Investment, Lead Time, Cost

PrM Production Management  
P Processes

**03 Value Stream Mapping**

- i** Value-adding processes have a relatively small share of the total production period as well as the costs. You reach an efficient and value-adding oriented design of the production based on a value stream analysis.
- +** You concentrate on value-adding processes. This results in shorter turning times and costs as well as in a higher transparency of the production.
- The execution of a value stream analysis is highly time consuming and requires qualified human resources. A high implementation effort might occur.

PrM Production Management  
P Processes

**02 Implement Flexible P...  
Facilities**

- i** Flexible production facilities require reconfigurable effort.
- +** There is still a lot of work to be done.
- High investments are necessary.

PrM Production Management  
P Processes

**01 Pull-Princi...**

- i** Contrary to the push-principle, stock is only amounts which are principle is put into practice with...
- +** Smaller stocks decrease the capital tied up in inventory which uses less money.
- More transports are necessary. The development effort due to it is not negligible. The implementation effort is high.

# PSS-Plan: Spielbasierte Vermittlung von Produkt-Service-Systemen für KMU

Die Anwendbarkeit und die zahlreichen Umsetzungsmöglichkeiten von Produkt-Service-Systemen im Digitalisierungs- und Produktionsumfeld sind im Rahmen der Ausarbeitungen des Projektes SmartHybrid bereits aufgezeigt worden. Um klein- und mittelständischen Unternehmen die Möglichkeit zu geben, ein konkreteres Verständnis für die oft abstrakte Anwendung von verschiedenen Produkt-Service-System zu entwickeln, sind weiterführende Lehr- und Lernmethoden notwendig. Im Planspiel „PSS-Plan“ sollen diese Inhalte spielerisch vermittelt werden und besonders Unternehmen, die bisher keine Berührungspunkte mit PSS hatten, die Chance zur Entdeckung neuer Geschäftsfelder gegeben werden.

## Vermittlung von Produkt-Service-Systemen

Die Einführung von Produkt-Service-Systemen (PSS) in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) kann mit vielfältigen Unsicherheiten verbunden sein. Welche Geschäftsmodelle kommen in Frage? Welche Möglichkeiten sind im Unternehmen vorhanden? Welche Voraussetzungen müssen erfüllt und welche Folgen bedacht werden? Um diese komplexen und teilweise sehr abstrakten Fragen aus Unternehmenssicht individuell beantworten zu können, benötigen KMUs drei Dinge: inhaltliche Impulse, um eigene Ideen für ihre Zukunft entwickeln zu können, das nötige Fachwissen, um diese Ideen als Geschäftsmodell im Sinne eines PSS formulieren zu können, und die entsprechenden Kompetenzen, um die Umsetzung dann einzuleiten.

Die Ideenimpulse richten sich dabei vor allem auf die unterschiedlichen Ausprägungen von PSS. Von zusätzlichen Services, die produktbegleitend eingeführt werden können, über Leasing- und Sharing-Modelle bis hin zu reinen nutzen-orientierten Modellen, müssen sich KMUs erst einmal der zahlreichen Möglichkeiten bewusst werden. Das darauf aufbauende Fachwissen umfasst dann konkrete Handlungsoptionen für eine spezifische Branche, einschließlich neuer Technologien und innovativer Organisationsformen, wie sie im Zuge der Digitalisierung eingeführt werden. Auch hier gilt es zunächst, dem KMU einen Überblick zu vermitteln und sie mit den wichtigsten Themen vertraut zu machen. Für die praktische Umsetzung von PSS sind insbesondere systemische Kompetenzen und Kommunikationskompetenzen gefragt. Die Umstellung eines bestehenden Geschäftsmodells oder die Einführung eines neuen Geschäftsmodells betrifft oftmals eine Vielzahl an Akteuren, Prozessen und Elementen. Die Notwendigkeit des „vernetzten Denkens“ und die Wichtigkeit kommunikativer Maßnahmen und Strukturen

ist daher gleichermaßen zu den fachwissenschaftlichen Themen zu betonen.

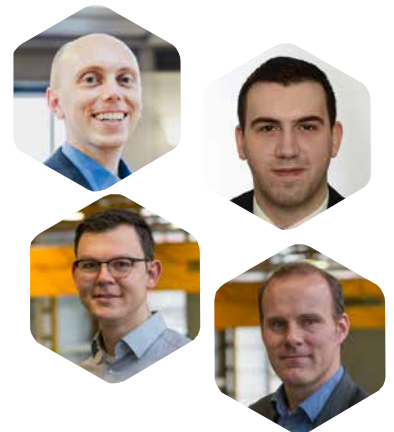
Aufgrund des Umfangs, der Komplexität und der Dynamik des Themas PSS, kann eine Vermittlung hier nicht umfassend und abschließend erfolgen. Vielmehr muss das Ziel von Vermittlungsformaten zu PSS für KMUs sein, durch eine initiale Veranstaltung vertiefende Lern- und Veränderungsprozesse innerhalb des Unternehmens anzustoßen.

## Planspiele als Lernmethode für PSS

Ein geeignetes Format, um alle drei genannten Bereiche (Impulse, Inhalte, Kompetenzen) zu adressieren und zugleich eine hohe Attraktivität für KMUs zu erzielen, sind Planspiele. Diese sind eine etablierte Lehr-Lernmethode, die sich auf eine handlungsorientierte Vermittlung von Wissen und Kompetenzen richtet. Dafür greift die Methode auf Elemente spielerischen Lernens, handlungsorientierter Vermittlung und Methoden konstruktivistischer Didaktik wie Rollenspiele zurück.

Entscheidendes Moment jeden Planspiels ist das Probehandeln. Als Lerner oder Lernerin übernehme ich eine fiktive Rolle in einer fiktiven Erzählung und kann hier verschiedene Handlungsoptionen ausprobieren – ohne dass meine Handlungen ernsthafte Konsequenzen für mein reales Unternehmen hätten. Im Prozess des Spielens müssen Interessenkonflikte auf kommunikativem Weg gelöst und Probleme kooperativ bewältigt werden. Planspiele eignen sich damit für eine integrierte Vermittlung von Fachwissen zum Thema PSS gemeinsam mit den notwendigen systemischen und kommunikativen Kompetenzen.

Durch ihren immersiven Charakter schaffen Planspiele zudem eine sehr starke intrinsische Motivation bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern. Gut ausbalancierte Spiele etablieren einen Spielfluss, der die Spieler permanent zwischen Unter- und Überforderung positioniert. Gleichzeitig produzieren



Dr. Stefan Böhme (BeSu Solutions GmbH), Christopher Rogall, Malte Schäfer, Dr. Mark Mennenga

- *Spielerische Vermittlung von PSS Inhalten für KMU*
- *Impulse, Inhalte und Kompetenzen für die Umsetzung im Unternehmen*
- *Erkenntnisse über die fachliche Eignung von PSS für das eigene Geschäftsmodell*

sie eine beständige Anschlussenerwartung. Ist eine Aufgabe absolviert und das Feedback zum Ergebnis der eigenen Handlungen erfolgt, verspricht bereits die nächste Aufgabe neue Herausforderungen und Belohnungen. Dadurch entsteht idealerweise eine stetige Erwartungshaltung nach einem „mehr“ an Aktivität im Spiel. Die Mechanismen des Spiels treten in den Hintergrund, die Spieler gehen im Spiel auf und konzentrieren sich auf ihre Entscheidungen und Handlungen im Rahmen der Erzählung des Spiels.

Aktuell sind einige generische Planspiele verfügbar, die sich allgemein mit den Themen Geschäftsmodelle, Unternehmensgründung oder Green Entrepreneurship befassen. Um den Lernerfolg und eine hohe Attraktivität für KMUs zu gewährleisten, ist jedoch ein spezifisch auf PSS ausgerichtete Spiel notwendig. Im Folgenden sollen daher ein Konzept und die Umsetzung des im Rahmen von SmartHybrid entwickelten Planspiels „PSS-Plan“ beschrieben werden, welches sich speziell auf die spielbasierte Vermittlung von PSS für KMUs richtet.

#### Planspiel für Produkt-Service-Systeme

Das Ziel des Planspiels PSS-Plan ist es, den Teilnehmenden auf spielerische Art und Weise Anregungen zu geben, wie Geschäftsmodelle des PSS schon heute in produzierenden Unternehmen implementiert werden können, welche notwendigen und hilfreichen Voraussetzungen es dafür gibt, und welche Schwierigkeiten dabei eventuell überwunden werden müssen.

Zu diesem Zweck schlüpfen die Spielenden in die Rolle von Mitarbeitenden eines KMU,

welches 3D-Drucker produziert. Dessen Geschäftsmodell basiert auf dem Verkauf dieser Drucker, weitere Dienstleistungen werden (über das, was gesetzlich gefordert ist) darüber hinaus nicht angeboten. Die Mitarbeitenden finden sich in verschiedenen Abteilungen wieder: Business Development, Dienstleistungsentwicklung und -betrieb, Produktentwicklung/ Produktion sowie Geschäftsbetrieb. Es treten mehrere Teams gegeneinander an, jedes Team stellt dabei ein anderes Unternehmen (mit den genannten Abteilungen) dar.

Je nach Abteilung haben die Spielenden unterschiedliche Handlungsoptionen. Diese hängen über bedingte Verknüpfungen von anderen Aktionen ab - manche Aktionen können erst abgeschlossen werden, wenn bestimmte Vorbedingungen erfüllt sind. Diese können sowohl den eigenen Bereich als auch andere Abteilungen betreffen. In einem rundenbasierten Spielbetrieb haben die Spielenden in fest definierten Phasen Zeit, sich innerhalb der Abteilung auszutauschen, mit den anderen Abteilungen auszutauschen, und schließlich die geplanten Handlungen in die Tat umzusetzen. Als Resultat erhalten sie nach jeder abgeschlossenen Runde Feedback in Form von Indikatoren, welche die Kundenzufriedenheit, den Unternehmensgewinn sowie die Umweltauswirkungen messen.

Häufig zeigt sich, dass Kommunikation der Schlüssel zum Erfolg ist, um die verdeckten Abhängigkeiten von Maßnahmen untereinander zu identifizieren. Ein Beispiel: Wer zukünftig die Produkte zum Leasing anstatt zum Verkauf anbieten möchte, wird damit



Abb. 1: Anwendung des Planspiels (TU Braunschweig, IWF / Johanna Wittig)

nicht erfolgreich sein, sofern nicht die notwendigen Voraussetzungen im Rechtswesen (Vertragsmanagement) sowie in der Finanzabteilung (Finanzierungsservices) geschaffen wurden. Dies müssen die Spielenden durch analytisches Denken und Kommunikation jedoch erst einmal herausfinden.

Nach einer eingangs definierten Anzahl von Runden endet das Spiel, und es gewinnt das Unternehmen, welches die höchste Punktzahl bei den drei Indikatoren erreicht hat. Anschließend erfolgt eine Analyse und Zusammenfassung durch diejenige Person, die das Spiel leitet. Es wird Feedback von den Teilnehmenden dazu eingeholt, wie sie ihr eigenes Vorgehen bewerten. Außerdem wird dabei aufgeklärt, wie weit sie schon bei der Transformation hin zu einem PSS-orientierten Unternehmen gekommen sind, und welche Schritte noch ausstehen. Schließlich wird am Beispiel des Vorgehens der einzelnen Gruppen erläutert, welche Ausprägungsformen von PSS existieren, und welchen dieser Pfade die Unternehmen eingeschlagen haben.

#### **Potenziale für klein- und mittelständische Unternehmen**

Die zuvor definierten Kernpunkte für den Erfolg eines neuen PSS-basierten Geschäftskonzeptes in klein- und mittelständischen Unternehmen (Impulse, Inhalte und Kompetenzen), sind auch ausschlaggebend für das entstehende Potenzial für KMU durch die Anwendung des Planspieles.

Die Potenziale von KMUs, welche sich aus der Anwendung von PSS-Plan ergeben, resultieren aus der Vermittlung von Informationen und Kenntnissen im Hinblick auf die drei bestimmenden Faktoren für den Erfolg eines neuen Geschäftskonzeptes in klein- und mittelständischen Unternehmen: Impulse, Inhalte und Kompetenzen. Bestenfalls ist es möglich, durch die aktive Teilnahme an PSS-Planspiel für alle drei Faktoren Handlungsempfehlungen oder Ansätze zu erhalten. Die Impulse für neue Geschäftsideen entstehen durch das Ausprobieren von Möglichkeiten im Planspiel ohne Konsequenzen, während die Inhalte und Kompetenzen durch die thematische Schwerpunktsetzung auf das Thema PSS spielerisch, über den gesamten Ablauf, vermittelt werden. Nehmen die Teilnehmer Erkenntnisse oder Erfahrungen aus dem Planspiel über das Themenfeld PSS mit, so kann einerseits die Offenheit für neue Ideen im Unternehmen oder andererseits auch die Erfahrung gemacht werden, dass PSS als nicht vorteilhaft für das eigene Unternehmen eingeschätzt werden. Beide Werte stellen eine Bereicherung für KMUs dar und bieten weitergehende Entschei-

dungsmöglichkeiten.

Grundsätzlich gibt die offene aber realitätsnahe Umgebung des Planspiels durch die intensive Beschäftigung aller Beteiligten mit dem Lern-/Arbeitsinhalt eine mehrdimensionale Vernetzung wieder. Die Teilnehmer/innen erwerben nicht nur sozial-kommunikative Fähigkeiten, sondern können durch eine fiktive Unternehmensumgebung direkt Kompetenzen aus dem Umfeld von PSS erhalten. Besonders im Bereich der Unternehmensabbildung ist nicht nur die Einbindung von Geschäftsführern und Gründern gewünscht, der Kompetenz- und Entscheidungsmix macht in diesem Fall den Reiz eines möglicherweise sogar interdisziplinären Teams aus. Mitarbeiter aus verschiedensten Abteilungen bekommen Einblicke in die Argumentations- und Entscheidungswelt einer anderen Abteilung und andersherum. Dies stärkt nicht nur die Offenheit und Transparenz innerhalb eines Unternehmens, es ist auch maßgeblich für die Entwicklung eines PSS notwendig. Die Simulationsumgebung des Planspiels gibt den Unternehmen und Entscheidern eine transparente Übersicht über Konsequenzen und Chancen im Umfeld von PSS und kann daher ein essentieller Baustein bei der Eröffnung neuer Märkte, Geschäftsmodelle und -abteilungen sein.



10

# Der Digitale Zwilling: Datenbasierte Innovationen für die Landwirtschaft

Im Rahmen der Kooperation mit Kotte Landtechnik ist ein Fasswagen durch das Auslesen von integrierten Sensoren und die Verarbeitung der Werte prototypisch digital abgebildet worden. Die ausgelesenen Daten kommen dabei direkt aus dem im Gespann integrierten ISO-Bus, so dass ein umfassendes Gesamtbild des Systems entstehen kann. Die erhobenen Daten werden auf eine IoT-Plattform übertragen, dort gespeichert und, sofern notwendig, aggregiert und verarbeitet. Anschließend können diese über ein Dashboard auf der Plattform oder am virtuellen Objekt in einer 3D-Welt visualisiert werden. Dies ermöglicht die Hebung weitreichender Potenziale und Folgeangebote, wie bspw. Predictive Maintenance, besserer Support durch Fernwartung oder etwa Technikerschulungen.

## Zunehmende Komplexität bei Maschinen und Anlagen in der Landwirtschaft

Um der weltweit steigenden Nachfrage nach Ressourcen, insbesondere zur Ernährung der Weltbevölkerung, dem wachsenden (internationalen) Wettbewerbsdruck und den steigenden Erwartungen der Kunden begegnen zu können, ist die Landwirtschaft auf ein zunehmend effizientes und nachhaltiges Wirtschaften angewiesen. Dies betrifft alle mit der Herstellung von Lebensmitteln bzw. deren Vorprodukten verbundene Aktivitäten, wie bspw. bei der Produktion von Kulturpflanzen das Pflegen der Böden, Aussäen, Düngen oder Ernten. Dies geschieht häufig in immer größeren Dimensionen, um der Nachfrage auf der einen sowie der Wirtschaftlichkeit auf der anderen Seite zu entsprechen. Um mit dieser Entwicklung Schritt zu halten und den Landwirt bei der Bewirtschaftung zu unterstützen, hat sich in der Landwirtschaft bereits früh der Einsatz von Technologien etabliert und ist in den vergangenen Jahrzehnten, auch durch Einflüsse Dritter, zunehmend komplex geworden. So sind bspw. beim Düngen von Feldern, um den Pflanzen neben ausreichend Wasser auch die benötigten Nährstoffe zuzuführen, neben den geografischen Dimensionen und rechtlichen Aspekten auch technische/fachliche zu berücksichtigen, welchen die verwendeten Maschinen und Anlagen entsprechen müssen.

Dies führt dazu, dass Maschinen und Anlagen zunehmend individualisiert und spezialisiert werden, wodurch ihre Komplexität in der Entwicklung, Nutzung und Wartung stetig steigt. Dieser Trend ist in vielen Branchen zu beobachten, insbesondere jedoch in der technisch bereits stark unterstützten Landwirtschaft bzw. Landtechnik. Aktuelle technologische Innovationen bieten hier die Chance, die weiter steigende Komplexität der Angebote informationsbasiert be-

herrschbar zu machen und darauf aufbauend innovative Wertschöpfungssysteme zu etablieren. Dies ist jedoch nicht allein über die Entwicklung innovativer (physischer) Güter (hier Maschinen und Anlagen) umsetzbar. Das Anbieten komplementärer Dienstleistungen, welche die Erbringung einer integrierten Lösung für den Kunden ermöglichen und somit effizientere und qualitativ hochwertige Ergebnisse versprechen, spielt eine wesentliche Rolle. Um die Verknüpfung des physischen Gutes und der Dienstleistung herzustellen, bietet sich der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) an.

## Anwendungsfall: Düngetechnik in der Landwirtschaft

Der vorliegende Anwendungsfall fokussiert daher die „Echtzeit-Digitalisierung“ eines Güllewagens im Sinne eines digitalen Zwillings, da der Ansatz potenziell eine Vielzahl von Randbedingungen bzw. Lösungsmöglichkeiten für den Landwirt bietet, die direkt durch den digitalen Zwilling ermöglicht werden (bspw. Einhaltung/Erfüllung rechtlicher Kriterien, Steigerung des Ertrags, Minimierung von Ausfallzeiten). Auch für den Anbieter des Wertschöpfungssystems, bestehend aus Produkt, komplementären Dienstleistungen und „IT“ (hier digitaler Zwilling) eröffnen sich neue Potenziale, wie bspw. die engere Kundenbindung, die Aus- und Weiterbildung von Technikern für einen effizienteren und hochwertigen (technischen) Service oder Produkt(weiter)entwicklungen. Insbesondere in größeren landwirtschaftlichen Betrieben oder Lohnunternehmen können diese Mehrwerte schnell skalieren und somit ggf. steigende Kosten durch zusätzliche Elektronik oder neue Dienstleistungsangebote kompensieren.

Die Untersuchung des Anwendungsfalls sowie die prototypische Entwicklung eines



Simon Hagen,  
Jonas Brinker (DFKI GmbH),  
Jannis Vogel

- Ein digitaler Zwilling kann als informationsbasierte Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung betrachtet werden
- Das Aufnehmen und Übertragen von (Sensor-)Daten ermöglicht innovative Serviceangebote
- Neue Technologien, bspw. Virtual Reality (VR), kann die Erbringung von Dienstleistungen revolutionieren

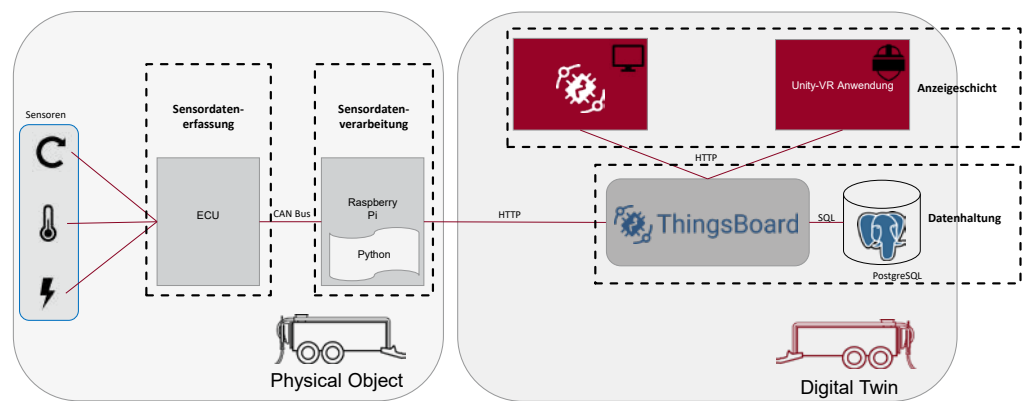


Abb. 1: Schematische Darstellung des Architekturentwurfs zur Verknüpfung von realem und digitalem Objekt

digitalen Zwillingen und möglicher Geschäftsmodelle ist im Rahmen eines einjährigen Masterprojekts im Studiengang Wirtschaftsinformatik der Universität Osnabrück und der Firma Kotte Landtechnik GmbH & Co. KG durchgeführt worden.

#### Lösungsansatz: Digitaler Zwilling

Ein Digitaler Zwilling kann als eine virtuelle Repräsentation eines realen Objektes beschrieben werden. Maschinen und Anlagen werden dabei in ihrem Aufbau und ihrer Verhaltensweisen virtuell abgebildet. Das reale Objekt wird mit dem digitalen Zwilling über einen Datenstrom verbunden, der Informationen zu verbauten Komponenten, Sensordaten (Belastung einer Komponente, Verschleiß eines Bauteils) und Kontextinformationen zwischen den Objekten abgleicht und austauscht. Die Daten werden im hier beschriebenen Anwendungsfall über den ISO-Bus des Fasswagens ausgelesen, wodurch auf bestehende Sensorik zurückgegriffen und somit ein Single-Point-of-Truth genutzt werden kann. Die so ausgelesenen Informationen können dann auf einer Recheneinheit, die am Fasswagen angebracht wird, vorverarbeitet werden und bspw. über das Mobilfunknetz an die Datenbank übertragen werden. Da sowohl die Datenaufnahme über den ISO-Bus als auch die Übergabe

der Daten an die Datenbank über standardisierte Protokolle abgebildet wird, kann die verarbeitende Software sich daran anpassen und maschinenübergreifend eingesetzt werden. Sobald die Daten in der Datenbank abgelegt sind, können Sie durch die verschiedenen Visualisierungsformen abgerufen und dargestellt werden oder bspw. für die Vorhersage von Ausfällen verwendet werden. Auch hier bietet eine zentrale Datenhaltung den Vorteil einer konsistenten Datengrundlage, über die unterschiedlichste Operationen und damit Mehrwerte generiert werden können. Die Architekturgrafik (Abb. 1) zeigt diesen Zusammenhang mit dem realen Objekt auf der linken Seite und dem digitalen Zwilling auf der rechten Seite.

Im Rahmen dieses Anwendungsfalls stand die Visualisierung des digitalen Zwilling, basierend auf einer zentralen Datenbasis, im Mittelpunkt. Hierbei sind zwei unterschiedliche Möglichkeiten untersucht worden: Die „klassische“ Darstellung in einer 2D-Umgebung, bspw. mit Diagrammen (Abb. 2, linke Seite), oder die Visualisierung in einem künstlichen, virtuellen Raum mit Hilfe von Virtual Reality (VR). Bei letzterer steht der Anwender vor einem digitalen Ebenbild des realen Objektes und bekommt in Echtzeit die Daten der Sensoren an den entsprechen-

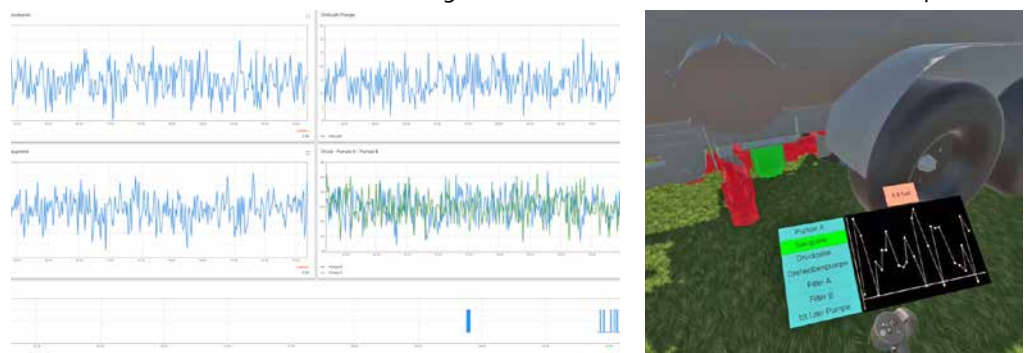


Abb. 2: Sensordatenvisualisierung via 2D-Dashboard sowie in der virtuellen Welt



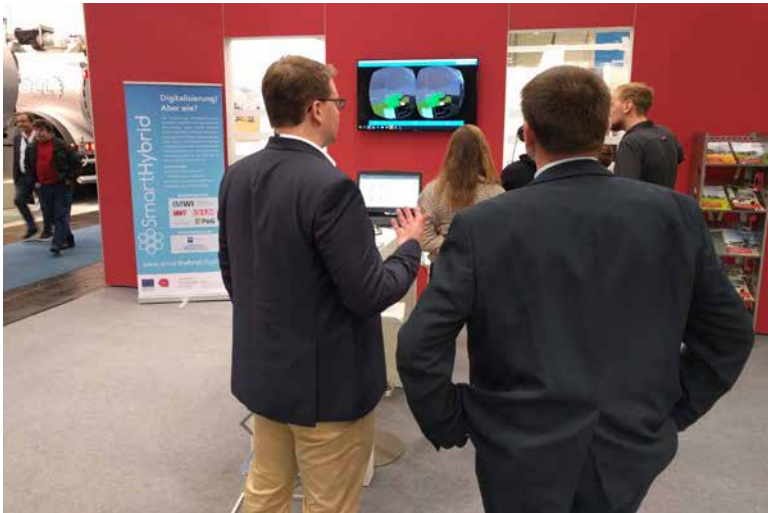


Abb. 3: Präsentation des Projekts mit dem Praxispartner auf der AGRITECHNICA

den Stellen im 3D-Modell angezeigt. Hierbei kann auf verschiedene Visualisierungstechniken zurückgegriffen werden, die eine intuitive Wahrnehmung der Gegebenheiten ermöglichen (bspw. die Einfärbung von Bauteilen, abhängig von ihrer Temperatur/Leistung; Abb. 2, rechte Seite).

### Nutzenpotenziale

Die Potenziale, die sich aus dem Einsatz eines digitalen Zwillings an der Schnittstelle von Produkt und Dienstleistung ergeben, sind vielfältig. In einer Grundstufe bietet bereits das Übertragen der Daten vom realen Produkt in eine zentrale Datenbank eine Vielzahl von Möglichkeiten, um innovative Leistungsversprechen zu implementieren und somit neuartige Geschäftsmodelle zu etablieren. Ein Beispiel hierfür kann das Angebot zur Dokumentation von Aktivitäten oder Gegebenheiten sein, welche bspw. vom Gesetzgeber gefordert werden. Die Analyse der Daten ermöglicht darüber hinaus weitere datengetriebene Dienstleistungen, wie bspw. die Vorhersage von Ausfällen („Predictive Maintenance“) oder die Weiterentwicklung der Produkte, die basierend auf den historischen Daten spezifische Probleme in zukünftigen Varianten eliminieren kann. Die Visualisierung des digitalen Zwillings kann darüber hinaus für die virtuelle Fehlerdiagnose genutzt werden: Derzeit muss für die Wartung und Reparatur einer Maschine der Techniker direkt mit dem realen Objekt interagieren und von diesem die Daten auslesen. Zukünftig kann dieser die Maschine in der virtuellen Welt begutachten und Fehlerbilder identifizieren. Beide Darstellungsvarianten haben dabei Vor- und Nachteile, welche abhängig vom Anwendungsfall abgewogen werden müssen.

Alle beschriebenen Mehrwerte sind sowohl innerhalb des Maschinen- und Anlagenbaus,

aber auch branchenübergreifend im Sinne einer Cross-Innovation einsetzbar. In vielen Fällen sind diese direkt nutzenstiftend für den Kunden (bspw. vermiedene bzw. kürzere Ausfallzeiten), in anderen Fällen profitiert der Kunde implizit von den Potenzialen, welche sich für den Hersteller aus dem Einsatz eines digitalen Zwillings ergeben (bspw. die Weiterentwicklung und Verbesserung von Produktkomponenten oder neuen Produktvarianten).

### AGRITECHNICA: Präsentation auf der Weltleitmesse für Landtechnik

Der Anwendungsfall ist im Rahmen der weltgrößten Messe für Landtechnik, der Agritechnica in Hannover, auf dem Stand des Praxispartners Kotte Landtechnik vorgestellt worden und dort von vielen Besuchern ausprobiert und mit ihnen diskutiert worden. Dabei konnten viele Einsatzpotenziale bestätigt und neue Möglichkeiten aufgetan werden.



11

# Neue Lösungsangebote durch informationsbasierte Verknüpfung

## Anwendung am Beispiel eines Getriebes

Die Konstruktion und Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen findet häufig losgelöst voneinander statt. Obwohl integrierte Betrachtungsweisen bereits die Vorteile einer engen Verknüpfung und komplementären Sichtweise herausgestellt haben und die technologischen Möglichkeiten noch engere Schnittstellen erlauben, wird oft das Potenzial nicht vollständig genutzt. Dabei bietet die integrierte Betrachtung in vielen Phasen des Lebenszyklus, bspw. der Konstruktion von Maschinen und Anlagen oder deren Wartung, viele Vorteile, wie der vorliegende Artikel zeigt.

### Anpassung von Produkten und Dienstleistungen in komplexen Umgebungen

Die zunehmende Individualisierung von Wertschöpfungsprozessen, die sich aus den stetig steigenden Kundenanforderungen ergeben, kann durch die Integration von Produkten und Dienstleistungen gelingen. Dieses Paradigma ist bereits seit mehreren Jahrzehnten als hybrides Wertschöpfungskonzept bekannt und hat sich, insbesondere im starken deutschen Maschinen- und Anlagenbau, als wettbewerbsvorteil-sichernde Strategie etabliert. So werden zu (physischen) Produkten Dienstleistungen wie etwa die Wartung und Instandhaltung angeboten, um einen unterbrechungsfreien Einsatz und somit einen gesteigerten Nutzen beim Kunden zu ermöglichen. Insbesondere im Kontext der Digitalisierung sind jedoch immer mehr Disziplinen in die Gestaltung von integrierten Lösungsbündeln involviert, so dass die vormals getrennten Disziplinen nun einen Weg zu einer gemeinsamen Entwicklung finden müssen, um alle Nutzenpotenziale zu heben. Hier kann die Unterstützung durch IT (bspw. in Form von Algorithmen oder Sensorik) als wesentlicher Baustein zum Aufbau dieser Brücke genutzt werden, da sie die Integration von Produkt- und Dienstleistungskomponente über den gesamten Lebenszyklus des Angebots ermöglicht. Hier ist beispielhaft die gemeinsame Entwicklung des Leistungsbündels zu nennen, bei der sich gegenseitig bedingende Merkmale auf die konkrete Ausgestaltung des Produktes bzw. der Dienstleistung auswirkt. Weiterhin können bspw. die Informationen über das Produkt im nachgelagerten Wartungsgeschäft genutzt werden, um Technikereinsätze effizient zu planen, die Wartungsprozesse zu optimieren und somit geringere Ausfallzeiten erreichen zu können. Der Einsatz von Technologie, der diese Verknüpfung auf der Ebene Losgröße eins ermöglicht, hilft somit allen beteiligten Disziplinen, die ihnen obliegenden Bestandteile bestmöglich einzubringen und an den Schnittstellen die entspre-

chende Transparenz zu schaffen.

Der vorliegende Beitrag stellt im Folgenden zwei Anwendungsfälle dar, welche erheblich von einer digital unterstützten Integration von Produkt- und Dienstleistung profitieren können. Beide Use-Cases beziehen sich dabei auf den Demonstrator eines Getriebes, welcher repräsentativ für Maschinen und Anlagen steht und die Effekte und Potenziale verdeutlicht.

### Anwendungsfälle:

#### (1) Unregelmäßigkeiten bei der Zustandsüberwachung

Im Rahmen des After-Sales-Services bietet der Hersteller des Getriebes unterschiedliche Dienstleistungen an. Dazu zählt primär die Zustandsüberwachung der Getriebebauteile (Condition Monitoring), bei der kontinuierlich physikalische, mit dem Betrieb des Getriebes im Zusammenhang stehende Merkmale beobachtet werden. Auf der Basis dieser Daten lassen sich eine Vielzahl weiterer Dienste aufbauen, Beispiele dafür sind eine kundenseitige Reproduktion der erfassten Informationen mit Hilfe von Augmented-Reality-Technologien (z.B. AR-Brillen) sowie die Möglichkeit der Aufbereitung verschlissener oder beschädigter Komponenten durch additive Fertigungsverfahren. Mit Hilfe dieser Services ist es den Kunden unter anderem möglich, eine unter Berücksichtigung von ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten vorrausschauender Instandhaltungsstrategie (Predictive Maintenance) zu entwickeln. Ein konkreter Instandhaltungsprozess kann im Praxiseinsatz wie in Abbildung 1 dargestellt gestaltet werden. Auslöser für den Prozess ist eine vom System erkannte Unregelmäßigkeit in den Daten der Zustandsüberwachung des Getriebes. Entsprechende Daten werden mit moderner Sensorik zur Überwachung von Eigenschaften wie Temperatur, Druck oder Vibration erfasst und weiterverarbeitender Data-Analytics-Software bereitgestellt. In großen Anlagen finden sich dadurch oft



Simon Hagen,  
Daniel Kloock-Schreiber,  
Dr. Friedemann Kammler,  
Andre Bertke (DFKI GmbH)

- Informationsbasierte Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen ermöglicht funktionale Konfiguration komplementärer Angebote
- Es entsteht ein digitaler Freiheitsgrad, durch den bisher analoge Produkte weiterentwickelt werden können
- Heterogene Leistungsbündel werden durch herstellerübergreifende Verknüpfung möglich

eine Vielzahl von Sensoren für die Überwachung unterschiedlicher Komponenten und physikalischer Größen wieder. Dem für das Getriebe zuständigen Mitarbeiter des Kunden werden die Informationen in Echtzeit auf einem mobilen Endgerät wie einer AR-Brille bereitgestellt. Dafür sind verschiedene Möglichkeiten der Visualisierung von Zuständen einzelner Getriebebauteile möglich, Temperaturen lassen sich beispielsweise über farbliche Skalen anzeigen und dadurch intuitiv interpretierbar abbilden. Im vorliegenden Anwendungsfall wird eine untypische Vibration im Getriebe registriert und dem Mitarbeiter mitgeteilt. Ausgehend von den rotierenden Bauteilen in einem Getriebe sind konstante Vibrationen während der Laufzeiten üblich, verändern sich diese jedoch aufgrund unbekannter Ursachen, kann das System durch kontinuierliche Soll-Ist-Vergleiche der Sensordaten Unregelmäßigkeiten auswerten. Der Mitarbeiter identifiziert in Folge der Hinweise ein defektes Zahnrad als Ursache der Vibrationen im Getriebe. Auf der Basis historischer Daten ist für den Getriebehersteller perspektivisch auch eine systemseitige Klassifizierung von Unregelmäßigkeiten in den zustandsabhängigen Daten, als Service im Bereich der automatisierten Vorbereitung einer Wartung, denkbar. In Zusammenarbeit zwischen dem Kunden und dem Getriebehersteller werden die Instandhaltungsmaßnahmen geplant. Im Zuge dessen zeigt eine Analyse des defekten Zahnrades, dass eine Wiederherstellung der ursprünglichen Geometrie mit ähnlichen technologischen Eigenschaften über additive Fertigungsverfahren möglich ist. Aufgrund des geringen Ressourcenverbrauchs und langer Lieferzeiten eines Austauschteils, bietet es sich bei dem beschädigten Zahnrad an, eine entsprechende Instandhaltungsmaßnahme durchzuführen. Im Rahmen des After-Sales-Services werden dem Kunden oder einem Servicepartner dazu die erforderlichen CAD-Daten und Parameter für ein

geeignetes additives Fertigungsverfahren zur Verfügung gestellt.

Im Anschluss daran kann das Zahnrad wieder in das Getriebe montiert und der Betrieb aufgenommen werden. Hierfür werden dem Techniker, beispielsweise über die zuvor genannte AR-Brille, die für den Austauschprozess relevanten Schritte angezeigt. Dafür existiert im Prozessmodell die Aktivität „Gehäuse öffnen“, die weiter ausdetailliert Unteraktivitäten, wie zum Beispiel „Schrauben lösen“, hat. Dies ermöglicht die Unterstützung des Serviceprozesses, wodurch bspw. Fehler vermieden werden können.

## (2) Anpassung der Konstruktion

Verknüpfte parametrische Modelle bieten viele Potenziale für die integrierte Betrachtung der Abhängigkeiten von Produkten und Dienstleistungen in einem Lösungssystem, insbesondere bei der Untersuchung von Auswirkungen bei Parameteränderungen von einem Teil auf das andere. Als Beispiel wird im Folgenden die Verschraubung der Lagertöpfe des Getriebes und die Analyse von Schadensfällen betrachtet.

Für die Dienstleistung „Verschleißsteilaustausch“ (s. Anwendungsfall 1) muss bspw. der Lagertopf geöffnet und dafür verschiedene Schrauben gelöst werden. Für die Schrauben können nun Parameter, wie zum Beispiel die Ausschraubzeit, festgelegt werden und durch die Betrachtung des Ablaufs der einzelnen Aktivitäten (und den jeweiligen Parametern) die Gesamtdauer der Dienstleistung bestimmt werden. Dadurch ist eine Analyse möglich, mit der die Auswirkungen von Anpassungskonstruktionen auf die Dienstleistungsteile und damit auch auf das gesamte System untersucht werden können. Zum Beispiel ist der Wechsel in der Konstruktion von sechs, im Einkauf günstigen, Schrauben (mit Standardsechskant und einer Einschraubzeit von 60 Sekunden) am Lagertopf auf drei teurere Schrauben (mit Spezialkopf und einer Einschraubzeit von 15 Sekunden),

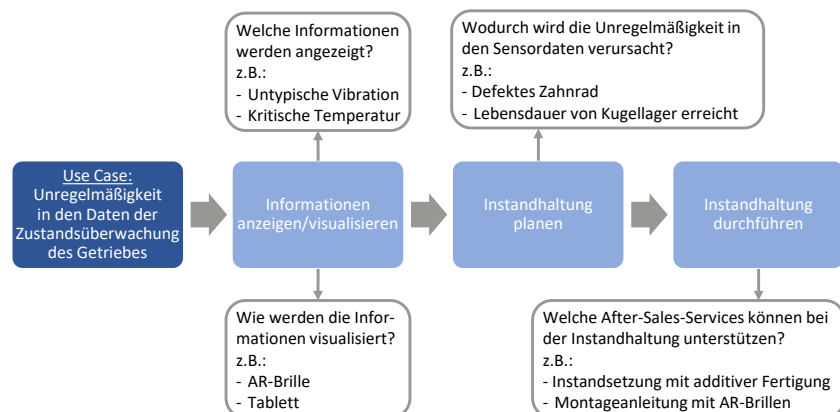


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des Instandhaltungsprozesses auf Grundlage der Zustandsüberwachung

aus reiner Produktentwicklungssicht nicht naheliegend. Nimmt man die Dienstleistungsanalyse hinzu, ist die Einsparung der Zeit für die (teuren) Arbeitsvorgänge wichtig und so die initial teurere Konstruktion in der Betrachtung des Gesamtsystems die günstigere Variante. Darüber hinaus kann durch den Spezialkopf garantiert werden, dass nur qualifizierte/ berechnete Techniker das Getriebe öffnen. Diese Information kann auch wieder über einen Parameter an das CAD-Modell der Schraube angehängt und übergeben werden, sodass in der Dienstleistungsplanung die Notwendigkeit eines Spezialwerkzeugs für die Durchführung hinterlegt werden kann.

Neben der Untersuchung von Auswirkungen von Parameteränderungen werden auch Daten aus der Nutzungsphase in die Konstruktion zurückgespielt und diese dann angepasst. Die datenbasierten Anpassungen der Konstruktion können sowohl in der Nutzungsphase der Produkte erfolgen, als auch in den Entwicklungsprozess von neuen Generationen mit einfließen. Bei einer Datenanalyse werden zum Beispiel dokumentierte Schadensfälle betrachtet. Wenn bei dieser Analyse gehäuft bestimmte Schadensbilder (wie zum Beispiel der in Anwendungsfall 1 beschriebene Zahnraddefekt) auftreten, können aus diesen Rückschlüsse auf die Nutzung gezogen werden. Ein häufig auftretender Schaden an einem Zahnrad kann ein Hinweis auf eine unterdimensionierte Auslegung des Getriebes auf den jeweiligen Anwendungsfall sein, oder aus einer wiederkehrenden Fehlbedienung (Überlastung des Getriebes) resultieren. Die Konstruktion kann mit diesen Informationen nun dahingehend angepasst werden, dass hochfeste Zahnräder verbaut werden, die in der Beschaffung teurer sind, aber zu einer geringeren Zahl von Maintenance-Einsätzen und damit zu sinkenden Kosten für die Dienstleistungen führen. Wesentlich größere Auswirkungen auf die Konstruktion hat die Implementierung eines Überlastschutzes. Dieser kann in Form einer Rutschkupplung realisiert werden, die zwar einen größeren Eingriff in die Konstruk-

tion erfordert als der Tausch eines Zahnrads, aber gleichzeitig die Aufnahme eines neuen Bauteils (das hochfeste Zahnrad) in das Portfolio verhindert und so weiterhin die Arbeit mit Standardteilen ermöglicht. Welche Variante gewählt wird, hängt vom jeweiligen Szenario ab.

### Lösungsansatz: Informationsbasierte Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung

Die informationsbasierte Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen manifestiert die hybride Leistungsbündelung in bislang ungenutztem Ausmaß. Wo der Gestaltungsansatz ursprünglich die integrierte Entwicklung und den Vertrieb von Bündeln im Sinne des kundenzentrierten Lösungsangebots vorsah, kann der aktive Austausch von Informationen nun zur Erschließung gänzlich neuer Funktionen genutzt werden. Das Verhältnis des Informationsaustauschs ist kann dabei bidirektional vorliegen: Dienstleistungen können Informationen bereitstellen, die das Funktionsspektrum von Produkten erweitern (z.B. Concierge-Services, die über das Infotainment-System eines Fahrzeugs ausgeliefert werden) und Produkte können Informationen generieren, die die Ausführung von Dienstleistungen ermöglichen (z.B. Sensordaten-basierte Auswertungen, die die Notwendigkeit von Wartungstätigkeiten indizieren).

Um die informationsbasierte Verknüpfung in Product-Service Systemen zu ermöglichen, bedarf es einerseits technischer Komponenten, die Daten automatisiert erfassen und zu verwertbarer Information strukturieren. Die Struktur bezieht sich dabei auf Modelle, welche die Geometrie, mechanische Funktion und Zusammensetzung von Produkten beschreiben (vgl. Abbildung 2).

Diese werden durch Dienstleistungsmodelle komplementiert, die einerseits die prozedurale Abfolge erforderlicher Tätigkeiten, andererseits aber auch deren systemischen Kontext in Form von beteiligten Akteuren sowie erforderlichen Technologien und Ressourcen beschreiben. Anknüpfungspunkte werden aus Dienstleistungssicht durch Infor-

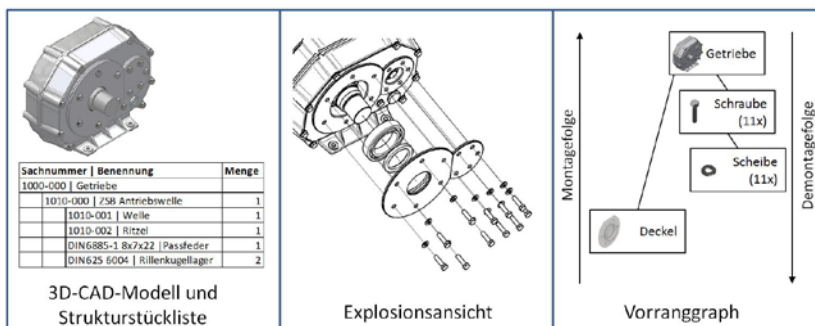


Abb. 2: Unterschiedliche schematische Darstellungen eines Getriebes (Hagen et al. 2019)

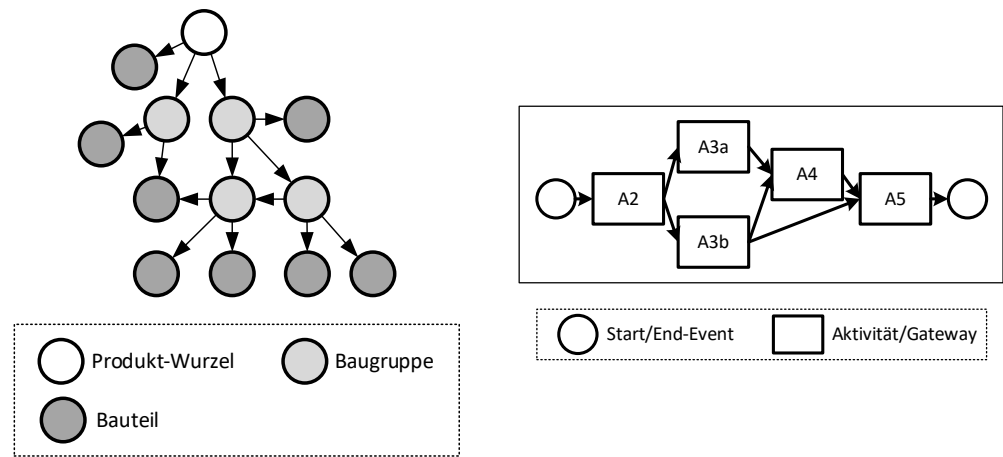


Abb. 3: Schematische Darstellung von Produkten und Dienstleistungen in Graph-Strukturen (Kammler et al. 2019)

mationsbedarfe in der Erbringung markiert. So könnte bspw. eine Abfrage der Gehäusetemperatur dazu beitragen, Mitarbeiter vor der ungeschützten Berührung zu warnen und Verletzungen vorzubeugen. Aus Produktsicht entstehen Anknüpfungspunkte durch die Identifikation von Zustandsänderungen, die die Ausführung einer Dienstleistung erforderlich machen. Zur Abbildung der informationsbasierten Verknüpfung entstand im Projekt SmartHybrid ein prototypischer Konfigurator, der auf Basis einer Graph-Datenbank derartige Operationen in Echtzeit ermöglicht.

Sowohl das Produkt als auch die (Service-) Prozesse können aufgrund ihrer Natur in entsprechende Graph-Strukturen überführt werden. Ein physisches Gut besteht in der Regel aus verschiedenen Baugruppen bzw. -teilen, welche in einer über- bzw. untergeordneten Beziehung zueinander stehen. Ausgehend von einem Wurzelknoten, welcher das gesamte Produkt repräsentiert, werden die Baugruppen, aus denen es besteht, als Kind-Knoten verknüpft. Diese Relationen können bis auf konkrete Bauteile fortgeführt werden, was einer Baumstruktur entspricht (vgl. Abbildung 3, linke Seite). Selbiges gilt für Prozesse, welche in ihrer einfachsten Form aus Knoten und Kanten bestehen. Die Knoten können dabei für Ereignisse oder Aktivitäten stehen, die Knoten verbinden die Elemente mit einer Flussrichtung, wodurch eine Abfolge von Aktivitäten entsteht. Graph-Datenbanken bieten an dieser Stelle nun die Möglichkeit, die vormals unterschiedlich repräsentierten Leistungen, das Produkt und die Dienstleistung, in einer gemeinsamen Speichertechnologie zu persistieren. Neben einer einheitlichen und zentralen Speicherung ermöglicht dies eine Verknüpfung sogar zwischen den Elementen der beiden Leistungen. Auf diese Weise

kann eine informationsbasierte Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung realisiert und die zuvor beschriebenen Anwendungsfälle technisch umgesetzt werden. Im zuvor genannten Prototyp ist dies mit Hilfe der Graph-Datenbank Neo4j (<https://neo4j.com>) umgesetzt worden. Eine beispielhafte Verknüpfung eines Wartungsprozesses mit dem hier vorgestellten Getriebe-Demonstrator ist in Abbildung 4 dargestellt.

#### Nutzenpotenziale informationsbasiert-verknüpfter Produkte und Dienstleistungen

Der Anwendungsfall zur Zustandsüberwachung zeigt exemplarisch, wie sich in einem realen Umfeld unterschiedliche Geschäftsmodelle aus Produkt-Service Systemen zusammensetzen können. Ein Beispiel ist das Angebot von Lösungen für systemgesteuerte Entscheidungen von Maßnahmen im Rahmen der Instandhaltungsstrategie der Kunden. So kann der Hersteller automatisiert und vorausschauend darüber in Kenntnis gesetzt werden, zu welchem Zeitpunkt eine Wartung der Maschine erforderlich ist und sowohl die Ersatzteilversorgung als auch den Einsatz von Servicemitarbeitern Termingerecht steuern, um die Ausfallzeiten des Kunden zu minimieren. Im Bereich der Instandhaltung sind darauf aufbauend noch weitere Dienstleistungen denkbar. Aktuelle Forschungsvorhaben zielen darauf ab, additive Fertigungsverfahren zielgerichtet in der Wiederaufbereitung beschädigter oder verschlissener Bauteile einzusetzen. Das Vorgehen bietet gleichermaßen für Hersteller und Servicepartner Potenziale für innovative Geschäftsmodelle. Darüber hinaus nimmt in der Industrie wie im Anwendungsfall dargestellt der Einsatz mobiler Endgeräte wie Augmented-Reality-Brillen stetig zu. In Kombination mit der Erfassung von Echtzeitdaten bei der Zustandsüberwachung, können Maschinen-

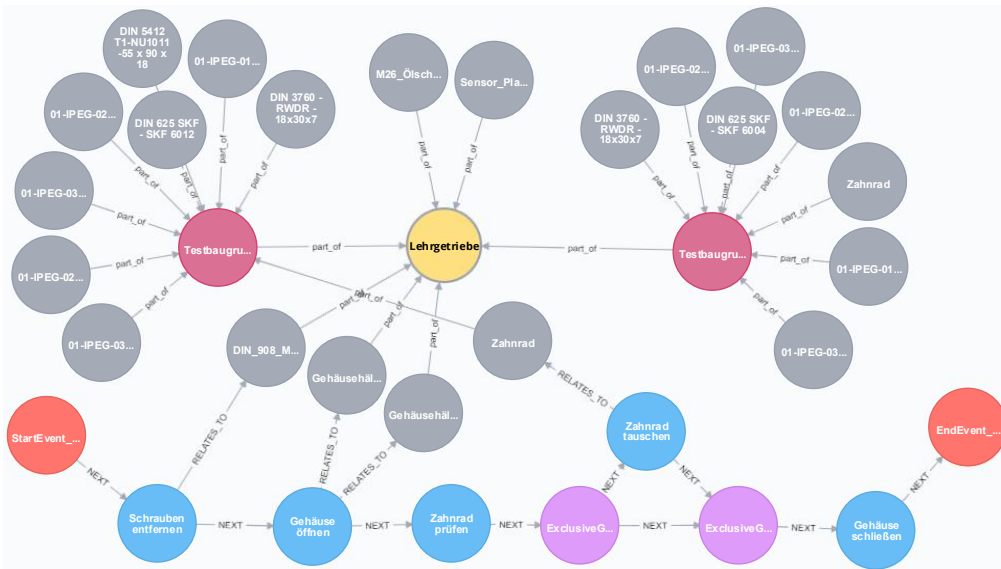


Abb. 4: Integration von Produkten und Dienstleistungen mit Hilfe der Graph-Datenbank Neo4j (entnommen aus Hagen et al. 2019)

bediener über alle Parameter intuitiv beim Betrachten einzelner Komponenten informiert werden. Bezogen auf die individuelle Visualisierung unterschiedlicher Eigenschaften wie Temperaturen oder Vibrationen im Anwendungsfall, ließe sich auch die Kommunikation in einer Mensch-Maschine-Kollaboration im industriellen Umfeld effizienter und sicherer gestalten.

Die Anpassung der Konstruktion, sowohl auf Basis einer Datenanalyse, als auch in Hinblick der Analyse der Auswirkungen einzelner Parameter zeigt insbesondere bei Anbieter-Geschäftsmodellen Potenzial, bei denen das Unternehmen eine Kostenoptimierung des gesamten Systems anstrebt. Das Anwendungsbeispiel kann auf diverse Beispiele im Maschinen- und Anlagenbau übertragen werden. Aber auch weitere Branchen, die eine direkte Verbindung zwischen den Produkten und Dienstleistungen ermöglichen können von der Parameterbetrachtung profitieren.

Beide Anwendungsfälle und die daraus entstehenden Nutzenpotenziale für Hersteller und Kunden der Lösungsbündel zeigen die vielfältigen Mehrwerte auf, die sich aus einer informationsbasierten Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie ergeben. So entsteht unter anderem ein digitaler Freiheitsgrad, welcher zwar beherrscht werden muss, bei der Weiterentwicklung von bisher meist analogen Produkten aber erhebliche Vorteile bspw. bei der Entwicklung oder Adaption neuer Dienstleistungsangebote oder Produkte bietet. Dies ermöglicht, insbesondere durch den

Einsatz von unterschiedlichen Technologien, neue Geschäftsmodelle, welche nicht auf ein einzelnes Unternehmen beschränkt sind. Der einfache Austausch von Informationen kann für die herstellerübergreifende Verknüpfung von Produktbestandteilen genutzt werden und ermöglicht somit zunehmend heterogene und komplementäre Leistungsbündelung. Dies kann auch die Optimierung von Wertschöpfungsketten bei der Entwicklung des hybriden Produktes sowie der Erbringung nachgelagerter Services betreffen, welche durch eine funktionale Konfiguration begünstigt werden.



12



# Unternehmensinterne Leuchtturmprojekte als Treiber der hybriden Wertschöpfung

Für die Entwicklung innovativer Produkt-Service-Systeme bieten die Spezialisierung in der eigenen Fachdisziplin sowie software-affines Personal großes Potential für KMU. Die eigenen Systeme und Produkte sind bestens bekannt und Ideen und Innovationspotentiale werden im Tagesgeschäft erkannt. Innovationsbarrieren sind dabei oft fehlendes Expertenwissen, z.B. in der Softwareentwicklung, oder notwendige Freiräume im Unternehmensalltag. In verschiedenen Projekten und Workshops wurde ein 3-Phasen-Konzept entwickelt und erprobt, welches KMU die Weiterbildung und Schulung des eigenen Personals ermöglicht. Die Teilnehmer erlernen hier neue Innovations- und Entwicklungsmethoden, in dem sie interdisziplinär Ideen und Prototypen für die eigenen, bestehenden PSS entwickeln und erzielen zusätzlich einen Mehrwert für das Unternehmen. Diese Projekte eignen sich zudem als Leuchtturmprojekte für die Innovationsförderung.

## Innovationsbarrieren für KMU

Klein- und Mittelständische Unternehmen (KMU) sind traditionell auf einzelne Fachdisziplinen, bspw. Elektrotechnik oder Maschinenbau, spezialisiert. Durch die verstärkte IT- und Service-Orientierung der letzten Jahre ist das Personal vermehrt mit neuen Technologien wie etwa Industrie 4.0, Blockchain oder Microservices in Berührung gekommen. Dies beschränkt sich mit fortschreitender Digitalisierung nicht nur auf die IT-Abteilungen, sondern erstreckt sich über alle Bereiche der Unternehmen. Hier lässt sich stärker ein Fokus auf die Softwarekonfiguration und -entwicklung erkennen, als auf Hardwareentwicklungen. Der Nutzen der neuen Technologien beschränkt sich allerdings meist auf notwendige Anpassungen und Entwicklungen von Softwaresystemen und Anwendungen für bestehende Produkte. Dies resultiert vor allem in sich immer schneller ändernden Anforderungen. Innovationen in Richtung neuer Services und Geschäftsmodelle, die sich im Zuge der Digitalisierung ergeben, bleiben dabei meist ungenutzt. Die Gründe hierzu sind vielfältig:

- IT- Mitarbeiter in den F&E-Abteilungen entwickeln zwar Systeme zu bestehenden Produkten, das Experten Know-how zur Anwendung und Entwicklung neuer Geschäftsmodelle fehlt allerdings.
- Zuliefererkomponenten werden durch neue Technologien abgelöst, wodurch sich die Notwendigkeit der Aneignung neuer Entwicklungsmethoden ergibt, was jedoch meist nur „am offenen Herzen“ geschieht.
- Software-affines Personal in Fachabteilungen haben Ideen und sehen Potenziale neue digitale Geschäftsfelder zu ent-

wickeln, es mangelt aber Erfahrungen bezüglich geeigneter Vorgehensmodelle und Methoden zum schnellen und nachhaltigen Prototyping.

Projektleiter, Mitarbeiter und auch Kunden kennen die Systeme und Produkte des Unternehmens. Hierdurch entstehen im Tagesgeschäft mit dem Einsatz neuer Technologien neue Ideen und vielfältige Innovationspotentiale. Aufgrund beschränkter Ressourcen sowie des Erfolgsdrucks, existieren im Unternehmensalltag jedoch nur wenige Freiräume, innovative Lösungen (auch jenseits strategischer IT-Projekte) zu erproben und zu entwickeln. Die Aneignung erforderlicher, neuer Entwicklungsmethoden benötigt zudem Zeit. Langwierige Schulungen für das Personal sind kostenintensiv und für den Fall, dass das Personal in Fachabteilungen und nicht direkt in der IT tätig sind, selten durchsetzbar. Außerdem beschränkt sich der Nutzen theoretischer Schulungen in der Regel auf das Erlernen von Methoden, die im Anschluss noch auf den Unternehmenskontext und unternehmensspezifische Technologien übertragen sowie institutionalisiert werden müssen. Zusätzlich ist das Umfeld einer Organisation inzwischen so dynamisch, dass neue Technologien und Entwicklungsmethoden teilweise durch neuere ersetzt werden, bevor sie vollständig etabliert sind und einen Mehrwert generieren konnten.

## Ein 3-Phasen-Konzept als Lösungsansatz

Im Rahmen des Innovationsverbundes SmartHybrid wurden verschiedene Konzepte erprobt, wie Organisationen sich neue Innovationsmethodiken aneignen und möglichst schon in der Phase des Erlernens erfolgreich einen Mehrwert erzielen können. Aus den Erfahrungen der verschiede-



Steffen Küpper,  
Dr. Helge Fischer,  
Dr. Thorsten Schoormann,  
Simon Hagen

- *KMU verfügen über Spezialisten sowie software-affines Personal*
- *Innovationspotentiale sind bekannt, können aber nicht realisiert werden*
- *Fehlendes Expertenwissen in anwendungsfremden Domänen sind Barrieren*
- *Leuchtturmprojekte an den Schnittstellen können als Enabler dienen*

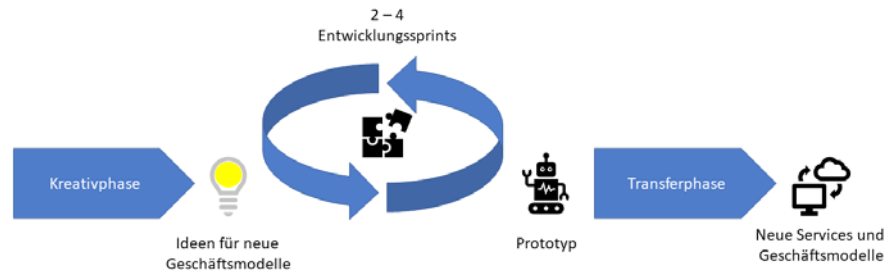


Abb. 1: Projektphasen für Leuchtturm-Projekte zur Entwicklung neuer Services und Geschäftsmodelle

nen Projekte wurde ein 3-Phasen-Konzept entwickelt (Abbildung 1), mit dem die Fähigkeit hybride Produkt- und Software-Innovationen zu entwickeln, bereits mit der Ideengenerierung gefördert und aktiviert werden soll. Kern sind ausgewählte Projekte, die das Ziel verfolgen, als Leuchtturm neue Innovationansätze im Unternehmen positiv greifbar zu machen.

Projekte müssen hier drei wesentliche Eigenschaften besitzen, um als Leuchtturm für die Entwicklung hybrider Innovationen zu gelten:

- interdisziplinär
- agil
- anwendungsnah

Vor Projektbeginn sind daher die Auswahl der Projektthemen und der beteiligten Fachgebiete von enormer Bedeutung. Insbesondere sollte einem Team sowohl das Setzen eines konkreten Ziels, als auch exploratives Arbeiten ermöglicht werden.

Zu Beginn der Kreativphase erhalten die Teilnehmer daher zwei unterschiedliche Themen, eines aus der IT und eines aus einer Fachabteilung mit einem bestehenden Unternehmensprodukt oder -system. In der folgenden Phase lernen die Teilnehmer Methoden aus der Kreativitätsunterstützung wie etwa dem in Forschung und Praxis etablierten Design Thinking (vgl. auch Beitrag „Mit Kreativität zu innovativen Start-Ups“), das wiederum grundlegende Phasen spezifiziert in denen weitere Techniken wie z. B. Persona, Brainstorming oder Interviews angewendet werden können. Hier sollen aus den unterschiedlichen Themen von bis zu drei Ideen als Papier-Prototypen für neuartige kundenzentrierte Produkte, Services oder Geschäftsmodelle entwickelt werden, unter Berücksichtigung der gegebenen Themen. Interdisziplinäres Arbeiten muss während der Projekte zunächst erlebt und erlernt werden. Diskussionen zu Anforderungen, Zielen, möglichen Lösungsansätzen sind dadurch charakterisiert, dass die Akteure durch verschiedene Fachtraditionen geprägt sind. Es hat sich gezeigt, dass es wichtig ist möglichst

zeitnah Mock-Ups oder Prototypen zu ersten Funktionalitäten zur Verfügung zu stellen, um die interdisziplinäre Kommunikation zu fördern. Der Beitrag „Welche Faktoren beeinflussen interdisziplinäre Kooperationen?“ im Arbeitsbericht Nr. 2 des Innovationsverbunds präsentiert eine Analyse der wesentlichen Merkmale und Erfolgsfaktoren, welche für die Erreichung einer erfolgreichen interdisziplinären Kollaboration berücksichtigt werden müssen.

Die entstandenen Ideen werden einer Jury, bestehend aus Unternehmensleitung, Entwicklern sowie externen Fachexperten, präsentiert. In einer anschließenden Diskussion werden die Ideen auf ihr Potenzial wie Zukunftsfähigkeit, Umsetzbarkeit, Innovationsgrad, etc. hin bewertet. Eine der Ideen wird zum Abschluss gemeinsam ausgewählt und in den weiteren Phasen ausgearbeitet.

Da sich neue Methoden und Technologien in Organisationen über alle Hierarchiestufen verbreiten und von diesen getragen werden müssen, sind sowohl die Mitarbeiter wie auch das Management daran zu beteiligen und deshalb idealerweise Bestandteil der Jury.

Die folgende Entwicklungsphase wird agil, in kurzen Sprints, durchlaufen. In der Phase nehmen die Teilnehmer die verschiedenen agilen Rollen (Product Owner, Scrum Master, Technology Expert, oder Subject Matter Expert) ein und entwickeln den Prototypen selbstorganisiert und eigenverantwortlich weiter. Abhängig von der Fachabteilung, dem bestehenden System oder anderen Einflüsse (z.B. Vorgaben durch das Management) kommen dabei unterschiedliche neue Entwicklungsmethoden zum Einsatz (Modelbased oder Testdriven Development, Kanban, Pair Programming oder XP-Programming, etc.). Diese Software- und Systementwicklungsmethoden werden vor Projektbeginn dem Unternehmenskontext sowie des aktuellen methodischen State-of-the-Art entsprechend zusammengestellt. Indem die agilen Aktivitäten in dieser Phase mit angewendet werden, erlernen die Teilnehmer in einem realen Umfeld neue Techniken (wie agile Schätzung und Planung, User

Stories, Daily Scrum, Review, Retrospektive, etc.) anzuwenden. Ebenso die neuen Prinzipien und Werte, die mit agil einhergehen, werden konsequent umgesetzt (wie Timeboxing, Transparenz, positive Fehlerkultur, frühe und kontinuierliche Auslieferung sowie die positive Nutzung und Akzeptanz von Änderungen).

Am Ende der Phase ist der Papier-Prototyp zu einem funktionsfähigen hybriden Prototyp aus den beiden zu Beginn gegebenen Themen der IT- und Fachabteilung weiterentwickelt worden. Gleichzeitig wurden neue hybride Entwicklungsvorgehen durch die erfolgreiche Kombination von neuen und bestehenden unternehmensspezifischen Entwicklungsmethoden erprobt.

Nun gilt es die angestoßenen Veränderungen und Innovationen in der Organisation in neuen Arbeitsabläufen, IT- und Unternehmensstrukturen nachhaltig zu verankern. Die Entwicklung einer Strategie ist daher wesentlicher Bestandteil der abschließenden Transferphase. In einer Retrospektive, gemeinsam mit der Jury aus Phase 2, werden Potenziale und auch Hinderungsgründe identifiziert und eine Transitionsstrategie abgeleitet. Teile der Strategie können sein: Vision & Mission, Marketing Events, Peer Coaching, Team Charter oder World Cafés. Ziel ist es, entwickelte Prototypen zu geschäftsfähigen Services, Produkten oder Geschäftsmodellen weiter zu entwickeln. Hier bietet es sich an, weitere Fachabteilung zu involvieren.

### **Erfahrungen und Anwendungshinweise**

Die gemachten Erfahrungen in den verbundinternen Workshops sowie Projekten haben deutlich gezeigt, dass Organisationen die Schulung und Weiterbildung des eigenen Personals in Projekten durchführen, die als Gegenstand die eigenen Produkte und Systeme haben, als hoch motivierte Multiplikatoren fungieren. Sie vertreten, durch die von Beginn an enge Einbindung des Managements, die erzielten Projektergebnisse und nutzen das eigene Projekt als Leuchtturm. Sie werden damit zu Transitions-Enablern in der eigenen Organisation und stehen jederzeit bereit, die gemachten Erfahrungen mit anderen Mitarbeitern und Organisationseinheiten zu teilen. Mit einem für das Unternehmen selbst bestimmbar und geringen Personalaufwand sind die Projekte skalierbar und es entsteht eine Art des Peer-Coachings, welches die organisationsspezifische Kompetenzentwicklung fördert und einen weiteren Ausbau in Richtung wissensorientierte Unternehmensführung ermöglicht.

Darüber hinaus fördert die Organisation mit den Projekten unternehmensinterne hybride

Innovationen. Die Projektergebnisse liefern Ideen und Lösungsansätze, die auf die eigenen Produkte und Systeme zugeschnitten sind. Selbst Projektideen, die in der Entwicklungsphase nicht weiter verfolgt werden sollten, liefern neue Ideen und Ansätze, wie zukünftige Produkte, Services und Systeme hybride ausgestaltet sein können. In dem Zuge werden die Risiken durch mögliche Fehlentwicklungen weiter abgedeckt.

Besonders KMU müssen den Spagat schaffen durch den Innovationsdruck der Digitalisierung neue hybride Produkte, Services und Systeme zu entwickeln sowie das eigene Personal zu schulen bzw. Wissen zu generieren. Durch die Verwendung von kleinen Leuchtturmprojekten können notwendige neue Entwicklungsmethoden anhand der eigenen bestehenden Produkte, Services und Systeme effizient erlernt werden. Gleichzeitig entstehen innovative Ideen, die am Ende der Projekte als Prototyp zur Verfügung stehen und einen Mehrwert erzielen können.

# Ergänzende Literatur

## **Hybride Leistungsbündel in der Energiewirtschaft – Einsatz des CO<sub>2</sub>-Kompass für eine emissionsarme Nutzung von elektrischen Verbrauchern**

Der CO<sub>2</sub>-Kompass: Konzeption und Entwicklung eines Tools zur emissionsarmen Stromnutzung.

L. Hüer, N. Stadie, S. Hagen, O. Thomas, H.J. Pfisterer (2019)

INFORMATIK 2019: 50 Jahre Gesellschaft für Informatik–Informatik für Gesellschaft.

Annex III: Technology-specific cost and performance parameters.

S. Schlömer, T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, ... , R. Wiser (2014)

Climate change, 1329-1356.

Sektorkopplung - was ist darunter zu verstehen?

M. Wietschel, P. Plötz, M. Klobasa, J. Müller-Kirchenbauer, J. Kochems, ... D. Albert (2019)

Zeitschrift für Energiewirtschaft, 43 (1), 1-10

Elektroautos in einer von erneuerbaren Energien geprägten Energiewirtschaft.

M. Pehnt, H. Helms, U. Lambrecht, D. Dallinger, M. Wietschel, H. Heinrichs, ... P. Behrens (2011)

Zeitschrift für Energiewirtschaft, 35(3), 221-234.

## **Die InES-Plattform: Mit Kreativität zu innovativen Start-ups**

Digital entrepreneurship: Toward a digital technology perspective of entrepreneurship.

S. Nambisan (2017)

Entrepreneurship Theory and Practice, 41(6), 1029-1055

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

J. Hofer, T. Schoormann, J. Kortum, R. Knackstedt (2019)

HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik

Software Tools for Supporting Reflection in Design Thinking Projects

T. Schoormann, J. Hofer, R. Knackstedt (2020)

In: Proceedings of the Hawaii Conference on Systems Science (HICSS), Hawaii, USA.

## **Zu innovativen Dienstleistungen durch Ideen-Workshops: Anwendung für ein automatisiertes Thermostat**

The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy.

J. Rowley (2007)

Journal of information science 33.2: 163-180.

VDI-Norm 5610, Wissensmanagement im Ingenieurwesen - Grundlagen, Konzepte, Vorgehen

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) (2009).

## **Hybride Leistungsbündel für den 3D-Druck: Konzeption eines Cyber-physischen Produktionssystems**

LiSET: A Framework for Early-Stage Life Cycle Screening of Emerging Technologies

C.R. Hung, L.A.W. Ellingsen, G. Majeau-Bettez (2018)

Journal of Industrial Ecology.

„Towards a typology of approaches for sustainability-oriented business model evaluation.“

T. Schoormann, A. Kaufhold, D. Behrens, R. Knackstedt (2018)

Eds. Abramowicz, Witold and Adrian Paschke. Cham: Springer International Publishing, 58–70.

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

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

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

### **Neue Lösungsangebote durch informationsbasierte Verknüpfung: Anwendung am Beispiel eines Getriebes**

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

S. Hagen, J. Brinker, P. C. Gembarski, R. Lachmayer, O. Thomas (2019)

HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik.

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

Autoren: F. Kammler, S. Hagen, J. Brinker, O. Thomas (2019)

Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm, Schweden

# Publikationen

## 2020

### **Towards Aligning Business Models with Business Processes: A Tool-based Approach**

Autoren: T. Schoormann, S. Hagen, J. Brinker, S. Wildau, O. Thomas, R. Knackstedt  
Proceedings of MODELLIERUNG 2020, Wien, Österreich

### **Innovationsnetzwerke als Treiber für Wissenschafts-Praxis-Kooperationen: Ein Erfahrungsbericht**

Autoren: F. Kammler, T. Schoormann, A. Fuchs, A. Mauruschat, O. Thomas, R. Knackstedt  
HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik

## 2019

### **Elevating Social Sustainability in Business Processes: A Pattern-Based Approach**

Autoren: T. Schoormann, K. Kutzner, S. Pape, R. Knackstedt  
Proceedings of the International Conference on Information Systems, München, Deutschland

### **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 CO<sub>2</sub>-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. Gembariski  
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

# Kontakte

## Service Engineering

Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik (IMWI)

Universität Osnabrück

[www.imwi.uni-osnabrueck.de](http://www.imwi.uni-osnabrueck.de)



Prof. Dr. Oliver Thomas  
Projektleitung

[oliver.thomas@uos.de](mailto:oliver.thomas@uos.de)  
+49 541 969-6232



Dr. Friedemann Kammler  
Koordinator des  
Innovationsverbunds

[friedemann.kammler@uos.de](mailto:friedemann.kammler@uos.de)  
+49 541 969-4301



Simon Hagen  
Operative Leitung

[simon.hagen@uos.de](mailto:simon.hagen@uos.de)  
+49 541 969-4040

## Production Engineering

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)

TU Braunschweig

[www.tu-braunschweig.de/iwf](http://www.tu-braunschweig.de/iwf)



Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann  
Projektleitung

[c.herrmann@tu-braunschweig.de](mailto:c.herrmann@tu-braunschweig.de)  
+49 531 391-7149



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

[m.mennenga@tu-braunschweig.de](mailto:m.mennenga@tu-braunschweig.de)  
+49 531 391-7150



Christopher Rogall  
Operative Leitung

[c.rogall@tu-braunschweig.de](mailto:c.rogall@tu-braunschweig.de)  
+49 531 391-7647



Malte Schäfer  
Projektmitarbeiter

[malte.schaefer@tu-braunschweig.de](mailto:malte.schaefer@tu-braunschweig.de)  
+49 531 391-7650

## Process Engineering

Fachgebiet Informationssysteme und Unternehmensmodellierung (ISUM)

Stiftung Universität Hildesheim

[www.uni-hildesheim.de/ISUM](http://www.uni-hildesheim.de/ISUM)



Prof. Dr. Ralf Knackstedt  
Projektleitung

[ralf.knackstedt@uni-hildesheim.de](mailto:ralf.knackstedt@uni-hildesheim.de)  
+49 5121 883-40602



Dr. Thorsten Schoormann  
Operative Leitung

[thorsten.schoormann@uni-hildesheim.de](mailto: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

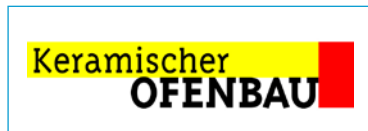


Steffen Küpper  
Operative Leitung  
steffen.kuepper@tu-clausthal.de  
+49 5323 728-245



Dr. Helge Fischer  
helge.fischer@tu-clausthal.de  
+49 5323 72-8253

# 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](http://www.smarthybrid.digital)

